

Phys. sp.

296

σ

Phys. sp. 296^o

Hesechus.



ПРИМѢНЕНІЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКАГО ТОКА

къ

ИЗСЛЕДОВАНІЮ СФЕРОИДАЛЬНАГО СОСТОЯНІЯ ЖИДКОСТЕЙ.

Н. Гезехуса.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ

ТИПОГРАФІЯ И ХРОМОЛИТОГРАФІЯ А. ТРАНШЕЛЯ, СТРЕМЯННАЯ, № 12

1876



Извлечено изъ Журнала Химическаго и Физическаго общества № 7, 1876 г.

Примѣненіе электрическаго тока къ изслѣдованію сфероидальнаго состоянія жидкостей.

Н. Гезехуса.

ГЛАВА I.

*Разнорѣчія и пробѣлы въ вопросѣ о сфероидальномъ состояніи.
Необходимость новыхъ изслѣдованій.*

Не найдется навѣрное другого вопроса въ Физикѣ, на долю котораго выпало бы столько противорѣчій и недоразумѣній,—какъ вопросъ о сфероидальномъ состояніи или, иначе, Лейденфростовомъ явленіи. Несмотря на обширную литературу *), начинающуюся главнымъ образомъ съ 1756 года, и множество тщательныхъ работъ,—вопросъ этотъ и до сихъ поръ представляетъ нѣкоторые пробѣлы и неясности. Почти каждая статья о, такъ называемомъ, сфероидальномъ состояніи начинается съ упоминанія о крайней запутанности и разногласіи какъ самихъ опытовъ, такъ и ихъ объясненій. И дѣйствительно, на какомъ бы частномъ вопросѣ, касающемся разсматриваемаго явленія, не остановиться—вездѣ неопредѣленность и противорѣчія.

При изслѣдованіи Лейденфростовыхъ капель первая и ближайшая задача должна была, разумѣется, заключаться въ опредѣленіи температуры ихъ. Между тѣмъ, едва-ли отыщутся два, вполне согласныя между собою опредѣленія, сдѣланныя различными

*) Источники, на которые придется ссылаться, помѣщены въ алфавитномъ порядкѣ въ концѣ статьи. Для избѣжанія многочисленныхъ выносокъ, въ надлежащихъ мѣстахъ поставлены въ скобкахъ цифры, указывающія на номеръ и страницу соотвѣтствующаго источника.

изслѣдователями. Одни нашли температуру водяныхъ капель на раскаленныхъ металлическихъ поверхностяхъ равною 36° , 50° . другіе же напротивъ получили температуру въ 100° и даже 101°C ; Одни утверждаютъ, что температура капель постоянна; другіе же говорятъ, что она мѣняется въ значительныхъ предѣлахъ, смотря по условіямъ опыта. Бутиньи поразила чрезвычайная медленность испаренія жидкостей, находящихся въ сфероидальномъ состояніи; Персонъ, наоборотъ, говоритъ, что затрудненіе заключается скорѣе въ томъ, чтобы объяснить (на основаніи законовъ Дюлонга и Пти) слишкомъ быстрое испареніе сфероидовъ, а вовсе не медленность. Клапротъ говоритъ, что испареніе происходитъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ ниже температура сосуда; Бутиньи же называетъ это положеніе непостижимою и грубою ошибкою (№ 10; 7). Таже шаткость и неопредѣленность въ объясненіи передачи теплоты отъ нагрѣтой поверхности сфероиду. Бутиньи, наримѣръ, приписываетъ сфероиду свойство вполне отражать тепловые лучи. Въ концѣ тридцатыхъ годовъ Бетгеръ описалъ особый звѣздообразный видъ, принимаемый сфероидами въ нѣкоторыхъ случаяхъ, и замѣтилъ, что число выступовъ всегда *нечетное*; тогда какъ Шнаусъ, изслѣдовавшій этотъ фактъ позднѣе, утверждаетъ, что число выступовъ всегда *четное*—что, разумѣется, и должно быть. Нѣкоторые наблюдатели—вскорѣ послѣ того, какъ опыты Лейденфроста и Клапрота обратили на себя общее вниманіе ученыхъ,—замѣтили, что капли не прикасаются къ раскаленной металлической поверхности, и что между каплею и поверхностью находится вполне явственный, хотя очень малый, промежутокъ; Мунке же, который поставилъ себѣ специальною цѣлью провѣрить именно этотъ фактъ, не могъ ни разу замѣтить ни малѣйшаго промежутка, несмотря на многочисленные опыты. Вопросъ: существуетъ, или нѣтъ, непосредственное прикосновеніе (постоянное или періодическое) жидкости къ раскаленной поверхности? нѣкоторые ученые пытались рѣшить химическимъ путемъ, но и въ этомъ случаѣ оказался полный разладъ. Керстингъ, напр., категорически заявилъ, что сфероидъ, заключающій въ себѣ азотную кислоту, дѣйствуетъ химически на неблагородные металлы. Другіе ученые пришли между тѣмъ какъ-разъ къ противоположному выводу (Бутиньи).

И опыты съ гальваническимъ токомъ, для рѣшенія того же вопроса, не дали болѣе согласныхъ и надежныхъ результатовъ.

Разногласіе существуетъ не только относительно частныхъ фактовъ, но и относительно самой сущности явленія. Со времени Лейденфроста, который первый занялся обстоятельнымъ изученіемъ капель на раскаленныхъ поверхностяхъ, предложено было нѣсколько гипотезъ для объясненія этого явленія.

Для объясненія того, — что при нѣкоторой, болѣе или менѣе высшей, температурѣ какой-либо поверхности, жидкость, налитая на нее, перестаетъ ее смачивать — было предположено, главнымъ образомъ, три гипотезы; шансы этихъ трехъ гипотезъ, казалось, были долгое время почти одинаковыми, судя потому, что онѣ поддерживались одинаково компетентными научными авторитетами.

Такъ какъ ученія о сфероидальномъ состояніи, не смотря на свою давность, все еще какъ-то не установились и не выяснились окончательно, и такъ какъ доводы, на которые опираются упомянутыя гипотезы, довольно вѣски, то не лишнее будетъ по поводу нихъ войти въ нѣкоторыя подробности.

1) Первое объясненіе основывается на фактѣ образованія при данныхъ условіяхъ паровъ, причемъ это образованіе пара, или выдѣленіе вообще какихъ-либо газовъ, рассматривается какъ единственная причина Лейденфростовыхъ капель; капли отрываются отъ нагрѣтой поверхности и поддерживаются на нѣкоторомъ разстояніи отъ нея посредствомъ упругой силы пара.

Этого мнѣнія держался Пулье, Бодримонъ, Армстронгъ, Персонъ, Бергеръ и многіе другіе. Въ настоящее время оно можетъ считаться господствующимъ; хотя нельзя еще сказать, какъ увидимъ, что вопросъ выясненъ во всѣхъ его подробностяхъ, и что всѣ аргументы противоположныхъ мнѣній вполне опровергнуты.

2) Другая гипотеза, высказанная въ первый разъ, кажется, Перкинсомъ, а затѣмъ развитая и настойчиво поддерживаемая главнымъ образомъ Бутины, состоитъ въ томъ, что частицы жидкости отталкиваются отъ стѣнокъ раскаленного сосуда непосредственно теплотой; теплотѣ, слѣдовательно, приписывается отталкивательная сила, дѣйствующая на нѣкоторомъ конечномъ, измѣримомъ разстояніи. Перкинсъ, на примѣръ, говоритъ слѣдующее: „Такъ какъ слой пара, между металломъ и водою, худой проводникъ теплорода, то металлъ достигаетъ скоро до краснаго кале-

нія и въ этотъ моментъ самый паръ отталкивается, такъ что между паромъ и поверхностью раскаленного металла появляется слой теплорода“. Далѣе онъ прибавляетъ: „Размышляя о причинѣ явленія, я необходимо пришелъ къ мысли, что оно производится отталкивательною силою теплорода“.

Бутиньи считаетъ нелѣпостью мнѣніе, будто паръ въ состояніи поддерживать жидкій сфероидъ, и старается доказать невозможность этого и аргіогі, и путемъ опыта.

Онъ рѣшительно утверждаетъ, что единственная причина сфероидальнаго состоянія заключается въ отталкивательной силѣ теплоты. Бутиньи же принадлежитъ самое названіе „сфероидальное состояніе“, подъ которымъ онъ подразумѣваетъ особое физическое состояніе тѣлъ (четвертое)—что-то среднее между жидкимъ и твердымъ—къ числу свойствъ котораго относится, между прочимъ, способность вполне отражать лучистую теплоту. Съ нимъ соглашался въ этомъ отношеніи, между прочимъ, Бабинэ. Повидимому, слѣдуетъ отнести къ сторонникамъ рассматриваемой гипотезы (съ нѣкоторыми, разумѣется, ограниченіями) также и Крукса. Въ концѣ своего извѣстнаго мемуара объ отталкивательной силѣ лучистой теплоты Круксъ, между прочимъ, затрогиваетъ вопросъ о сфероидальномъ состояніи и становится при этомъ, хотя съ нѣкоторыми оговорками, на сторону Бутиньи и Перкинса.

3) Наконецъ третья гипотеза, болѣе основательная чѣмъ предъидущая, опирается на тотъ фактъ, что при повышеніи температуры мѣняется взаимное отношеніе притяженій между стѣнками сосуда и частицами жидкости и жидкихъ частицъ между собою. Такъ какъ температура жидкости ниже температуры сосуда въ опытѣ Лейденфроста, то сцепленіе (cohesion) должно преобладать надъ прилипаніемъ (adhesion), вслѣдствіе чего стѣнки сосуда не смачиваются жидкостью, которая, по закону капиллярности, принимаетъ при этомъ форму капли. Образованіе пара, по этому объясненію, не играетъ существенной роли.

Промежутокъ, замѣченный нѣкоторыми наблюдателями, между нагрѣтой поверхностью и каплею, Буффъ объясняетъ тѣмъ, что капли, вслѣдствіе образованія на ихъ поверхности пара, то поднимаются, то снова падаютъ. Лоранъ также принимаетъ періодическое прикосновеніе. Къ приверженцамъ гипотезы Буффа принадлежитъ, между прочимъ, Пьерръ. Здѣсь кстати можно упомянуть,

что г. Эвальдъ, на основаніи нѣкоторыхъ аналогій, предполагаетъ періодическое прикосновеніе, но его объясненіе сущности явленія сфероидальнаго состоянія представляетъ нѣкоторыя особенности, впрочемъ не существенныя. (Журналъ Физическаго Общества. VII. стр. 30).

Первыя двѣ гипотезы необходимо предполагаютъ изолированность жидкости отъ нагрѣтой поверхности, т. е., что сфероидъ поддерживается на нѣкоторомъ разстояніи отъ поверхности; въ третьей же гипотезѣ разсматривается этотъ промежутокъ, замѣченный притомъ не всѣми наблюдателями, какъ фактъ не существенный, случайный, и принимается непосредственное прикосновеніе капли и поддерживающей ее поверхности.

Благодаря трудамъ г. Персона, Бергера и др., первая гипотеза, придающая существенное значеніе образованію пара, получила въ настоящее время рѣшительное преобладаніе и ее можно разсматривать какъ за общепринятую, хотя и теперь еще найдется, вѣроятно, не мало защитниковъ другихъ гипотезъ.

Послѣ того, какъ Персонъ доказалъ непосредственнымъ опытомъ, что упругость пара, находящагося между нагрѣтой поверхностью и сфероидомъ, вполне достаточна для поддержанія сфероида, гипотеза особой отталкивательной силы теплоты должна была потерять свое значеніе; Персонъ имѣлъ поэтому право сказать, что „въ этомъ случаѣ нѣтъ теперь никакой надобности прибѣгать къ какой-то таинственной силѣ, также какъ и въ случаѣ съ насосами послѣ опыта Торичелли“. Послѣ же тщательныхъ и многочисленныхъ опытовъ Бергера, можно считать вопросъ относительно гипотезы Бутини совершенно поконченнымъ; но сторонники гипотезы Буффа не имѣютъ еще, по моему мнѣнію, повода считать себя окончательно побѣжденными. Бергеръ, первая статья котораго „о сфероидальномъ состояніи“ появилась въ 1863 году, задался цѣлью разобрать и провѣрить большую часть результатовъ опыта, накопившихся со времени Лейденфроста въ огромную, хаотическую массу разнородныхъ фактовъ. Онъ, дѣйствительно, повторилъ почти всѣ главнѣйшіе опыты, которые когда-либо сдѣланы были для уясненія сущности сфероидальнаго состоянія; онъ опредѣлилъ снова условія, необходимыя для образованія лейденфростовыхъ капель, какъ по отношенію къ свойствамъ самой жидкости, такъ и по отношенію къ свойствамъ поверхности, поддерживающей

капли; онъ изслѣдовалъ, оказываетъ ли химическое дѣйствіе сфероидъ и его паръ на поверхность; онъ изучалъ движенія и видъ сфероидовъ при различныхъ обстоятельствахъ и т. п. Но въ особенности подробно и тщательно онъ разобралъ вопросъ о температурѣ сфероида. Бергеръ, своими многосторонними изслѣдованіями, многое выяснилъ, но многое также отчасти и упустилъ изъ виду. Вопросъ же—можетъ-ли гальваническій токъ проходить черезъ промежутокъ между поверхностью и сфероидомъ? былъ имъ совершенно оставленъ въ сторонѣ. Между тѣмъ вопросъ этотъ не былъ вполне выясненъ; иногда получалось положительное его рѣшеніе, а другой разъ отрицательное. Вопросъ этотъ представляетъ тѣмъ большее значеніе, что именно онъ служилъ главною опорою и сильнѣйшимъ аргументомъ для гипотезы Буффа. Одно изъ рѣшеній упоминаемаго вопроса, кромѣ того, противорѣчитъ отчасти нѣкоторымъ положеніямъ Бергера. Для всесторонняго изученія сфероидальнаго состоянія и для полнаго изученія сущности его—нельзя, слѣдовательно, обойти этотъ вопросъ о прохожденіи гальваническаго тока.

Вотъ поводъ, который заставилъ меня заняться и разобрать по возможности подробно именно этотъ отдѣлъ довольно обширной области разнообразныхъ фактовъ, относящихся къ ученію о сфероидальномъ состояніи. Предстояло провѣрить прежніе опыты, приведшіе къ разнорѣчивымъ результатамъ, и узнать дѣйствительную причину ихъ разногласія; слѣдовало опредѣлить условія, при которыхъ получается одно или другое рѣшеніе вопроса, и затѣмъ сопоставить полученные результаты съ доводами и фактами, лежащими въ основаніи той или другой гипотезы. Но по мѣрѣ того, какъ приходилось углубляться въ изученіе предмета, неизбежно представлялись и побочные вопросы и такимъ образомъ нерѣдко случалось удаляться отъ главной цѣли. Такъ, кромѣ пропуска сильнаго гальваническаго тока черезъ сфероидъ и металлическій сосудъ, пришлось воспользоваться гальваническимъ токомъ для приблизительнаго измѣренія промежутка между сфероидомъ и дномъ сосуда; понадобилось также, между прочимъ, на основаніи нѣкоторыхъ соображеній, опредѣлять температуру сфероида помощью термоэлектрическаго элемента.

Такимъ образомъ задача расширилась и преобразовалась вообще въ примѣненіе электрическаго тока къ изученію сфероидальнаго состоянія жидкостей.

ГЛАВА II.

Вопросъ о пропусканиі известнымъ образомъ гальваническаго тока черезъ сфероиды.

Переходимъ теперь къ разсмотрѣнію примѣненія гальваническаго тока къ рѣшенію вопроса о томъ, существуетъ ли дѣйствительное прикосновеніе между жидкостью и раскаленнымъ металломъ. Много спорили объ этомъ вопросѣ и много предлагалось доводовъ и за, и противъ. Поггендорфу первому пришла мысль, въ 1841 году, что самое удобное было бы рѣшить спорный вопросъ гальваническимъ путемъ.

Онъ сперва сдѣлалъ опытъ съ разведенной сѣрной кислотой въ раскаленномъ платиновомъ тиглѣ; причемъ тигель былъ соединенъ съ однимъ концомъ проволоки гальванометра, а узкая цинковая пластинка—съ другимъ концомъ проволоки. Цинковая пластинка погружалась на нѣкоторое время въ вращающійся сфероидъ. Нѣкоторое количество цинка растворялось въ кислотѣ, но незамѣтно было ни малѣйшаго движенія стрѣлки въ гальванометрѣ.

Хотя результатъ этого опыта казался Поггендорфу несомнѣннымъ, но для избѣжанія возраженій онъ измѣнилъ условія опыта.

Въ фарфоровомъ сосудѣ съ кипящимъ слабымъ растворомъ сѣрной кислоты помѣщалась амальгамированная цинковая пластинка. Гальванометръ былъ въ сообщеніи какъ съ этой пластинкой, такъ и съ платиновой пластинкой, которую быстро опускали, раскаливъ ее предварительно, въ названную жидкость. И въ этомъ случаѣ результатъ отрицательный—магнитная стрѣлка не приходила во все въ колебаніе.

Несомнѣнно, слѣдовательно, что при этихъ обстоятельствахъ цѣпь не замыкалась.

Въ этихъ опытахъ только отрицательный металлъ представлялъ раскаленную поверхность. Для большей убѣдительности, Поггендорфъ пропускалъ также попеременно токъ въ противоположныхъ направленіяхъ.

Съ этою цѣлью онъ взялъ магнитоэлектрическую машину Сакстона, два электрода которой составляли платиновыя пластинки,

опущенныя въ слабую сѣрную кислоту. Жидкость эта нагрѣвалась до кипѣнія; одну изъ платиновыхъ пластинокъ нагрѣвали надъ пламенемъ спиртовой лампы и машину вращали то въ одномъ, то другомъ направленіи. При погруженіи раскаленной пластинки въ жидкость, не обнаруживалось никакого тока на гальванометрѣ.

Всѣ эти опыты приводятъ, по мнѣнію Поггендорфа, къ заключенію, что при обстоятельствахъ, обусловливающихъ явленіе Лейденфроста, дѣйствительно происходитъ полное уединеніе жидкости отъ раскаленного металла.

Послѣ Поггендорфа, и независимо отъ него, подобный же опытъ былъ сдѣланъ Пельтье. Въ письмѣ къ Бутиньи (№ 10, 53) онъ, между прочимъ, говоритъ: „...Несомнѣнно, что токъ не проходитъ во все время, пока вода находится въ сфероидальномъ состояніи; онъ начинаетъ проходить въ моментъ быстрого испаренія и проходитъ вполнѣ тогда, когда вода не находится уже въ сфероидальномъ состояніи и смачиваетъ сосудъ. Это начало распространенія электричества во время быстрого испаренія вновь доказываетъ, что явленіе это есть слѣдствіе частнаго смачиванія, частнаго испаренія при большой упругости, и т. д., какъ я это говорилъ въ моихъ мемуарахъ“.

Почти въ одно время съ Пельтье (1844) были произведены аналогичные опыты Белли и Крамеромъ (№ 5). Они также нашли, что электрическій токъ не проходитъ между сосудомъ и сфероидомъ и пришли къ выводу, что непосредственнаго прикосновенія, по всей вѣроятности, нѣтъ, и что промежутокъ постояненъ. Баттарей у нихъ состояла изъ двухъ элементовъ Вульстена. Гальванометръ показывалъ отклоненіе въ 3 и 4 градуса, когда токъ пропускался просто черезъ подкисленную воду. Когда же эту жидкость наливали въ раскаленный сосудъ и она приходила въ сфероидальное состояніе, то отклоненія вовсе не было.

Къ такому же результату пришелъ, въ 1848 году, и Вартманъ (49), который утверждаетъ, что „въ сфероидальномъ состояніи вода и даже ртуть уединены отъ металлическаго тигля для гальваническаго тока“.

Этотъ фактъ, подтвержденный столькими наблюдателями, можно было уже считать окончательно установленнымъ; однако Буффъ (14. а), повторившій въ 1851 году предъидущіе опыты, пришелъ къ противоположному выводу. Онъ нашелъ именно, что

токъ проходить, когда температура тигля сравнительно не высока. Обстоятельству этому онъ придавалъ тогда особенное значеніе, такъ какъ оно служило одною изъ главныхъ опоръ его теоріи Лейденфростова явленія. Здѣсь необходимо поэтому войти въ нѣкоторыя подробности по поводу опытовъ Буффа; онѣ понадобятся впослѣдствіи для сравненій между собою тѣхъ условій, при которыхъ производились подобныя изслѣдованія. Буффъ, для примѣра, приводитъ въ своемъ мемуарѣ три опыта (14. b). При наблюденіяхъ вообще употреблялись серебряный тигель и чувствительный гальванометръ, заключающій астатическую стрѣлку и 3000 оборотовъ мѣдной проволоки. Вообще оказалось, что при достаточномъ нагрѣваніи тигля и при небольшомъ количествѣ воды, тока не обнаруживалось мультипликаторомъ; но при незначительномъ нагрѣваніи и при довольно большой массѣ воды получалось отклоненіе стрѣлки, хотя вода находилась, въ такъ называемомъ, сфероидальномъ состояніи и не смачивала стѣнокъ сосуда.

Въ первомъ опытѣ въ тигель было налито до 300 gr. воды и въ образовавшійся сфероидъ опущена была мѣдная полоска; полоска и тигель находились въ сообщеніи съ мультипликаторомъ. Небольшое отклоненіе стрѣлки замѣтно было приэтомъ только при охлажденіи тигля.

Во второмъ опытѣ, когда воды было налито около 150 gr., тока вовсе не было. Когда же въ сфероидъ прибавлена была капля сѣрной кислоты, то получилось довольно сильное отклоненіе, которое потомъ уменьшалось по мѣрѣ того, какъ жидкость испарялась. Отклоненія совсѣмъ уже не было, когда сфероидъ имѣлъ въ поперечникѣ 8—10 линій.

Въ третьемъ опытѣ, вмѣсто мѣдной полоски была опущена въ жидкость платиновая пластинка. Вмѣстѣ съ тѣмъ были введены въ цѣпь 4 элемента (уголь-цинкъ). Въ этомъ случаѣ такая же капля, какая прежде задерживала токъ, теперь пропускала токъ большой силы.

На основаніи этихъ данныхъ, Буффъ пришелъ къ заключенію, что жидкіе проводники, принимая видъ капель на раскаленныхъ поверхностяхъ, значительно задерживаютъ электрическій токъ, но не прерываютъ его совсѣмъ; онъ вывелъ также отсюда, что не существуетъ совершеннаго разъединенія капли отъ поверхности, но что только уменьшается число точекъ соприкосновенія въ срав-

неніи съ состояніемъ дѣйствительнаго смачиванія. Число точекъ прикосновенія тѣмъ меньше, чѣмъ меньше капля и чѣмъ выше температура. Промежутокъ, замѣченный нѣкоторыми наблюдателями, между нагрѣтой поверхностью и жидкостью Буффъ объясняетъ тѣмъ, что небольшія капли періодически приподнимаются и опускаются, вслѣдствіе образованія пара. Впослѣдствіи, именно въ 1855 году, въ письмѣ къ Тиндалю (15) Буффъ, настаивая снова на своемъ способѣ объясненія сфероидальнаго состоянія, допускалъ однако, что гальваническій токъ въ его прежнихъ опытахъ могъ проходить и черезъ слой пара, раздѣляющаго сфероидъ отъ раскаленной поверхности.

Тиндаль въ отвѣтъ на это описалъ тотъ опытъ, который онъ сдѣлалъ съ цѣлью показать, что не существуетъ непосредственнаго прикосновенія сфероида и металлической поверхностью. Такъ какъ промежутокъ, отчетливо обнаруживающійся при условіяхъ этого опыта, несомнѣнно долженъ прерывать обыкновенный токъ, то, по мнѣнію Тиндаля, очень вѣроятно, что при высокой температурѣ сильный токъ въ состояніи пройти черезъ слой пара и что такимъ именно образомъ можно объяснить результаты опытовъ Буффа.

Наконечъ остается упомянуть еще объ опытахъ Пьерра, произведенныхъ въ 1860 году (40). По словамъ Пьерра,—которому, повидимому, работы Буффа не были знакомы,—до сихъ поръ предполагалось, что не существуетъ прикосновенія между жидкостью и раскаленнымъ сосудомъ. Предположеніе это основывалось главнымъ образомъ на томъ, что токъ гидроэлектрической цѣпи не проходитъ черезъ жидкость и металлическій сосудъ. Этотъ фактъ, по его мнѣнію, не вѣренъ. Соединяя одинъ конецъ проволоки мультипликатора (4000—5000 оборотовъ) съ однимъ изъ полюсовъ батареи (5 элементовъ Сми), другой же конецъ съ платиновымъ тиглемъ, и погружая въ сфероидъ платиновую пластинку, сообщенную со вторымъ полюсомъ батареи,—получается сильное отклоненіе. Слѣдовательно, токъ проходитъ. Но проходитъ ли токъ черезъ воздухъ или слой пара, находящійся между жидкостью и стѣнками сосуда или же непосредственно, вслѣдствіе дѣйствительнаго прикосновенія сфероидовъ къ раскаленному металлу? За первое предположеніе говоритъ большое сопротивленіе, представляемое току. Противъ него говоритъ то

обстоятельство, что по опытамъ Поггендорфа, даже такой тонкій слой воздуха, что онъ можетъ быть замѣченъ только микроскопомъ, совершенно прерываетъ токъ. Остается, слѣдовательно, говорить Пьеръ, принять непосредственное прикосновеніе между раскаленнымъ металломъ и жидкостью. Большое гальваническое сопротивление онъ объясняетъ тѣмъ, что только небольшое число точекъ прикасается, такъ какъ пары, выдѣляясь, частью разобщаютъ жидкость отъ сосуда. Образование паровъ есть поэтому причина ослабленія тока. Такъ, напримѣръ, пузырьки воздуха, находясь между стѣнками сосуда и ртутью при обыкновенныхъ условіяхъ, непременно должны ослабить токъ, если ртуть и сосудъ введены въ гальваническую цѣпь.

И такъ, Пьеръ стоитъ за непосредственное прикосновеніе, хотя нельзя сказать, чтобы его доводы противъ возможности прохождения тока черезъ слой пара были вполнѣ убѣдительны.

Результаты его опытовъ подкрѣпляютъ выводы Буффа.

Только что рассмотрѣнные опыты заканчиваютъ собою рядъ изслѣдованій помощью гальваническаго тока одного изъ главнѣйшихъ вопросовъ, относящихся до сфероидальнаго состоянія жидкостей.

Какія же заключенія можно сдѣлать изъ результатовъ этихъ изслѣдованій? — Прежде всего вообще видно, что изслѣдованія далеко не могутъ считаться законченными, что они представляютъ пробѣлы и даже, на первый взглядъ, противорѣчія. Затѣмъ, въ частности, можно вывести изъ приведенныхъ результатовъ только то, что иногда жидкость въ сфероидальномъ состояніи прерываетъ гальваническую цѣпь, иногда же она служитъ проводникомъ и замыкаетъ цѣпь. Но какая же именно причина того, что въ однихъ случаяхъ токъ вовсе не проходитъ, въ другихъ же случаяхъ онъ проходитъ довольно свободно? Какія же условія требуются для того и другого явленій?

Наконецъ, какимъ же именно образомъ проходитъ гальваническій токъ—черезъ слой пара, или непосредственно, вслѣдствіе прикосновенія жидкости къ стѣнкамъ металлическаго сосуда, какъ это предполагаютъ нѣкоторые изслѣдователи? Эти вопросы все таки остаются неразрѣшенными окончательно и невыясненными, несмотря на цѣлый рядъ изслѣдованій.

ГЛАВА III.

Предварительныя опыты.

Провѣрку сомнительныхъ фактовъ и разъясненіе вопросовъ, представившихся при упомянутыхъ изслѣдованіяхъ, слѣдовало начать, разумѣется, съ простѣйшаго случая; именно, надлежало сперва узнать тѣ обстоятельства, которыя вліяютъ на прохожденіе гальваническаго тока между сфероидами и металлическимъ сосудомъ. Съ этою цѣлью я произвелъ многочисленныя опыты при разнообразныхъ, по возможности, условіяхъ, мѣняя жидкости, металлическія поверхности, температуру, силу тока и т. п.

Предварительныя опыты дѣлались съ водою и слабымъ растворомъ сѣрной кислоты при сравнительно небольшой силѣ тока; батарея состояла изъ 1 до 5 элементовъ Гренэ. Полюсы батареи были сообщены съ гальванометромъ Видемана, прерывателемъ, платиновымъ тиглемъ и платиновой проволокой, опускавшейся въ тигель, не прикасаясь однакожь къ нему. Когда, при помощи газовой горѣлки, тигель нагрѣвался до краснаго каленія, — въ него вливалось посредствомъ пипетки нѣкоторое количество воды, которая тотчасъ же принимала форму сфероида или точнѣе эллипсоида; при этомъ конецъ платиновой проволоки, доходившей почти до дна тигля, погружался въ жидкость. Токъ вообще при этихъ условіяхъ не обнаруживался. Отклоненія зеркала въ гальванометрѣ, наблюдаемыя помощью трубы и шкалы, замѣчались только тогда, когда горѣлка отставлялась въ сторону и тигель начиналъ охлаждаться; черезъ секундъ 10 или 15, обыкновенно, послѣ удаленія горѣлки появлялись сперва слабыя отклоненія, которыя постепенно усиливались, но не непрерывно, а толчками, до тѣхъ поръ, пока сфероидъ не разрушался, причемъ жидкость приходила въ сильное кипѣніе и почти мгновенно испарялась. Въ этотъ моментъ отклоненіе достигало своей наибольшей величины, послѣ чего зеркало быстро возвращалось въ первоначальное свое положеніе.

Но токъ обнаруживался не каждый разъ въ то время, пока жидкость находилась еще въ сфероидальномъ состояніи. Частослучалось что при охлажденіи тигля, отклоненія въ гальванометрѣ

вовсе не замѣчалось до тѣхъ поръ, когда наконецъ сфероидальное состояніе жидкости прекращалось и слышался особенный трескъ, указывающій на быстрое кипѣніе.

Въ этомъ чередованіи однако замѣтна была нѣкоторая правильность; именно, въ продолженіи нѣсколькихъ опытовъ подъ-рядъ, токъ не проявлялся, а затѣмъ въ другомъ рядѣ опытовъ отклоненіе всегда начинало обнаруживаться въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ почти черезъ одинъ и тотъ же промежутокъ времени послѣ отодвиганія горѣлки, если условія опытовъ при этомъ, разумѣется, не мѣнялись. Оказалось, что обстоятельства, вліяющія на тотъ или другой результатъ, зависятъ прежде всего отъ числа элементовъ, находящихся въ цѣпи, и отъ количества жидкости, налитой въ раскаленный тигель. Въ подтвержденіе достаточно привести нѣсколько отдѣльныхъ опытовъ. Обратимся сперва къ опытамъ, произведеннымъ при помощи 2-хъ элементовъ Гренэ.

1) Когда въ холодный тигель налито было приблизительно такое же количество воды (немного менѣе 1 гр.), какое наливалося потомъ въ раскаленный тигель, то отклоненіе на шкалѣ отъ одного элемента было близко 70 дѣленій, а отъ другой около 80. При двухъ элементахъ шкала совсѣмъ выходила изъ поля зрѣнія трубы. Вотъ, напримѣръ, результаты одного ряда опытовъ.

Три раза подъ-рядъ, когда въ раскаленный тигель приливалось немного воды и діаметръ сфероида не превышалъ приблизительно 12 или 15 мм., то токъ при охлажденіи тигля вовсе не обнаруживался; сильное отклоненіе въ гальванометрѣ появлялось въ этомъ случаѣ, какъ это и само собою понятно, только тогда, когда слышенъ былъ какъ бы взрывъ и затѣмъ трескъ, указывающіе, что жидкость перестала находится въ сфероидальномъ состояніи. Въ слѣдующихъ затѣмъ пяти опытахъ, когда въ тигель наливалося вдвое большее, примѣрно, количество воды, черезъ 10 секундъ (въ одномъ случаѣ черезъ 15") послѣ удаленія пламени изъ-подъ тигля начали замѣчаться сперва слабыя отклоненія зеркала въ гальванометрѣ; эти отклоненія медленно возростали, съ постоянными колебаніями, до 50 и до 100 дѣленій шкалы, послѣ чего шкала вдругъ скрывалась изъ поля зрѣнія трубы и вода въ тиглѣ приходила въ сильное кипѣніе.

Такой же результатъ опытовъ и съ растворомъ сѣрной кислоты. При небольшомъ сфероидѣ токъ не появлялся во время осты-

ванія тигля до момента кипѣнія; при большомъ сфероидѣ, въ семи послѣдовательныхъ опытахъ, токъ начиналъ уже обнаруживаться черезъ 5, 8, 10 секундъ послѣ удаленія горѣлки.

2) При одномъ и при трехъ элементахъ получились подобные же выводы; разница только въ числовыхъ отношеніяхъ. Нѣтъ надобности поэтому приводить отдѣльныя наблюденія. И въ этихъ случаяхъ токъ, вообще, или вовсе не замѣчался до самого момента сильнаго кипѣнія, когда тигель остывалъ до наименьшей температуры, при которой возможно сфероидальное состояніе данной жидкости, или же при благопріятныхъ условіяхъ, отклоненія на шкалѣ становились замѣтными за нѣсколько секундъ до начала кипѣнія; причемъ отклоненія эти медленно возрастали, прерывисто, толчками, и при кипѣніи жидкости вдругъ достигали своей наибольшей величины, соотвѣтствующей отклоненію при обыкновенныхъ условіяхъ, т. е. когда жидкость просто наливалась въ холодный тигель.

3) При 5 элементахъ, небольшія отклоненія отъ 0,5 до 1 дѣленій иногда замѣчались и въ томъ случаѣ, когда тигель находился въ раскаленномъ состояніи; при слабыхъ взрывахъ, отчетливо слышимыхъ по временамъ, и происходящихъ вслѣдствіе усиленнаго выдѣленія паровъ, отклоненія бывали и гораздо больше. Когда горѣлку удаляли, то отклоненія тотчасъ же становились въ нѣсколько дѣленій и начинали возрастать; когда же горѣлку снова подставляли подъ тигель, то отклоненія прекращались и, слѣдовательно, тока не было. Это повторялось нѣсколько разъ съ однимъ и тѣмъ же сфероидомъ.

Когда въ раскаленный тигель наливалась слабая сѣрная кислота, то отклоненія вообще при тѣхъ же условіяхъ были нѣсколько больше.

Эти предварительные опыты, какъ видно, подтверждаютъ въ общихъ чертахъ результаты изслѣдованій Буффа и Пьерра. Дѣйствительно, при пониженіи температуры тигля и при достаточно большомъ сфероидѣ, отклоненія въ гальванометрѣ обнаруживаются обыкновенно и отъ слабой батареи — даже отъ одного элемента Гренэ; при большей батарее (въ 5 элементовъ) замѣчались иногда слабыя отклоненія и въ томъ случаѣ, когда тигель былъ нагрѣтъ до краснаго каленія.

Но изъ тѣхъ же предварительныхъ опытовъ можно сдѣлать, кромѣ того, и другіе выводы, которые Буффъ и Пьерръ упустили изъ виду.

Во-первыхъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда сфероидъ не представляетъ препятствія для прохожденія гальваническаго тока извѣстной силы,—гальванометрическія отклоненія происходятъ всегда неправильными толчками.

Во-вторыхъ, въ тѣ моменты, когда наблюдаются болѣе или менѣе значительныя отклоненія, обыкновенно слышенъ бываетъ въ тиглѣ особенный, характеристическій трескъ, какъ-бы слабые взрывы, и замѣчается усиленное движеніе сфероида.

Оба эти факта указываютъ уже отчасти, что то состояніе сфероида, когда онъ не представляетъ препятствія для гальваническаго тока, надо разсматривать какъ состояніе переходное, случайное; иначе не было бы той неправильности, которая наблюдается при этомъ, не было бы тѣхъ взрывовъ, которые вообще служатъ признакомъ неблагопріятныхъ условій въ Лейденфростовыхъ опытахъ. Буффъ же и Пьерръ, какъ мы видѣли, другого мнѣнія. Они считаютъ, напротивъ, то состояніе, о которомъ только—что упоминалось, основнымъ и нормальнымъ; прерываніе же тока сфероидомъ они разсматриваютъ какъ частный случай, какъ явленіе побочное, второстепенное.

Извѣстно, что успѣшность Лейденфростовыхъ опытовъ зависитъ отъ многихъ обстоятельствъ.

1) Прежде всего требуются болѣе или менѣе летучія жидкости, т. е. такія, которыя или легко испаряются или выдѣляютъ при высокой температурѣ какіе-либо газы,—какъ то окончательно установилъ Бергеръ. Чѣмъ ниже точка кипѣнія жидкости, тѣмъ жидкость пригоднѣе для опытовъ, тѣмъ легче она приходитъ въ сфероидальное состояніе.

2) Одно изъ главныхъ обстоятельствъ, вліяющихъ на описываемые опыты, заключается въ температурѣ поверхности, на которой образуются жидкіе сфероиды. При данныхъ условіяхъ всегда существуетъ нѣкоторый опредѣленный минимумъ температуры, при которой возможно сфероидальное состояніе извѣстной жидкости.

Вообще, чѣмъ температура поверхности выше, тѣмъ болѣе она представляетъ благопріятное условіе для образованія сфероидовъ.

При пониженіи температуръ, опыты требуютъ большихъ предосторожностей; при достиженіи же минимума сфероидъ разрушается, жидкость распространяется по поверхности и приходитъ въ сильное кипѣніе. (Мнѣ приходилось впрочемъ наблюдать иногда случаи, когда кипѣнія при этихъ условіяхъ вовсе не происходило; подробности объ этомъ фактѣ я представлю въ 8-й главѣ).

3). Понятно само собою, что въ явленіи сфероидальнаго состоянія важную роль должна играть также и масса жидкости, налитой на нагрѣтую поверхность, которая вообще можетъ быть какъ твердою, такъ и жидкою.

Явленіе легче происходитъ при маломъ количествѣ жидкости, чѣмъ при большомъ, т. е. легче получаютъ малые сфероиды, чѣмъ большіе. Если налить значительное количество жидкости или постепенно увеличивать сфероидъ, понемногу подливая жидкость, то сфероидъ приходитъ въ неправильное движеніе и наконецъ съ взрывомъ распадается.

4) Замѣчено также вліяніе теплопроводности сосудовъ и вообще тѣхъ тѣлъ, на поверхности которыхъ образуются сфероиды. Опыты производятся почти исключительно съ металлическими сосудами, какъ съ лучшими проводниками.

Оказываетъ нѣкоторое вліяніе и толщина стѣнокъ сосуда. Эти обстоятельства впрочемъ не имѣютъ теперь для насъ особеннаго значенія.

5) Затѣмъ явленіе сфероидальнаго состоянія находится, между прочимъ, въ зависимости отъ степени гладкости нагрѣваемой поверхности. Шероховатая и неровная поверхности вообще мѣшаютъ правильному ходу явленія. На такихъ поверхностяхъ замѣчаются быстрое и неправильное движеніе сфероида, непрерывное его подскакиваніе и частые взрывы, т. е. мгновенныя выдѣленія пара и, вслѣдствіе этого, особый, характеристическій трескъ. Только на совершенно гладкихъ поверхностяхъ получаютъ правильные, блестящіе сфероиды, точно стеклянные шарики, лежащіе неподвижно.

Изъ сопоставленія приведенныхъ здѣсь обстоятельствъ, вліяющихъ главнымъ образомъ на явленіе сфероидальнаго состоянія, съ результатами моихъ предварительныхъ опытовъ, также какъ и опытовъ Буффа и Пьерра, видно, что высказанное раньше положеніе:— „то состояніе сфероида, когда онъ не представляетъ

препятствія для гальваническаго тока, надо разсматривать какъ состояніе переходное, случайное"—имѣетъ достаточное основаніе.

Въ самомъ дѣлѣ низкая, по возможности, температура и значительная масса жидкости составляютъ условія благоприятныя для прохожденія тока, и неблагоприятныя для правильнаго хода явленія вообще, причемъ состояніе сфероида можетъ быть названо переходнымъ въ томъ смыслѣ, что усиленное, прерывистое выдѣленіе пара приближаетъ это состояніе къ обыкновенному кипѣнію.

Безпрестанные взрывы и неправильныя вообще движенія сфероида, замѣченные мною въ предварительныхъ опытахъ, наводятъ также на мысль, что на прохожденіе тока должна вліять значительно степень гладкости внутренней поверхности сосуда.

И такъ, предварительные опыты прямо указали тотъ путь, по которому нужно было слѣдовать при дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ вопроса.

На днѣ платиноваго тигля, служившаго для описанныхъ опытовъ, находились небольшія царапины и впадины. Надлежало по этому также произвести опыты и съ другими сосудами, представляющими другія условія относительно ихъ внутреннихъ поверхностей.

Вмѣстѣ съ тѣмъ надо было, разумѣется, испытать различныя жидкости въ сфероидальномъ состояніи по отношенію ихъ способности прерывать гальваническую цѣпь.

Необходимымъ подспорьемъ дальнѣйшихъ опытовъ очевидно должна была быть сильная, по возможности, батарея. Такъ какъ нѣкоторые изслѣдователи,—утверждавшіе, что жидкости въ сфероидальномъ состояніи вполне задерживаютъ гальваническій токъ, когда сфероидъ вмѣстѣ съ металлическимъ сосудомъ введены въ цѣпь,—производили свои опыты при сравнительно небольшой силѣ тока (сколько извѣстно, наибольшую батарею, изъ 5 элементовъ Грове, употреблялъ Вартманъ), то надо было убѣдиться, вѣренъ ли установленный ими фактъ, и при какихъ приэтомъ условіяхъ, и для значительно большей силѣ тока.

ГЛАВА IV.

Описание приборовъ. Способъ наблюденія. Подготовительные опыты.

Новый рядъ опытовъ обставленъ былъ слѣдующимъ образомъ. Въ распоряженіи имѣлась батарея изъ 28 элементовъ съ хромо-вой кислотой, 6 элементовъ Мейдингера и 6 элементовъ Лекланше, т. е. всего 40 элементовъ. Галванометръ Зауервальда; число оборотовъ проволоки на двухъ катушкахъ 19000; общее сопротивленіе ихъ равно $r_1 = 6653$ ед. С.; компенсирующій магнитъ устанавливался по возможности въ наивыгоднѣйшемъ положеніи, причемъ отклоненія магнитнаго зеркала, наблюдаемыя на разстояніи около двухъ метровъ помощью трубы и скалы, были аперіодическими; длина скалы была 800 линій. Жидкости, надъ которыми производились изслѣдованія, были главнымъ образомъ вода и очень слабый растворъ сѣрной кислоты, затѣмъ сѣрный эфиръ, ртуть и др.

Металлическіе сосуды употреблялись различныя, но преимущественно платиновые и серебряныя тигли и крышки; подробности объ этомъ будутъ представлены въ своемъ мѣстѣ.

Въ гальваническую цѣпь включены были, между прочимъ, два коммутатора, прерыватель и особое приспособленіе для развѣтвленія тока. Два коммутатора для измѣненія направленія тока введены были только на всякій случай—во первыхъ, для удобства, во вторыхъ для проверки результатовъ. (См. рис. 1). Одинъ коммутаторъ (C_1) находился при самой батарее (В) и служилъ для перемѣны направленія тока во всей цѣпи; другой же коммутаторъ (C_2) мѣнялъ направленіе тока только въ галванометрѣ (G).

Этотъ послѣдній коммутаторъ, ртутный прерыватель (С) и приспособленіе (А), служившее для введенія побочной цѣпи, помещены были на столѣ вблизи зрительной трубы. Приспособленіе для развѣтвленія тока состояло изъ двухъ латунныхъ пластинокъ и такого же штифтика, плотно вставлявшагося въ промежутокъ между пластинками. Сопротивленіе побочной вѣтви мѣдной проволоки), вводившейся въ цѣпь въ нѣкоторыхъ случаяхъ, равнялось $r_2 = 0,1$ ед. С.

Тигель (S), или вообще металлическій сосудъ, въ которомъ получались жидкіе сфероиды, укрѣплялся на тяжеломъ и прочномъ штативѣ. Платиновая проволока, опускавшаяся почти до дна сосуда, прикрѣплялась къ особымъ деревяннымъ тискамъ, обхватывающимъ мѣдную, довольно длинную трубку (около полуметра), вдоль которой можно было передвигать ихъ вмѣстѣ съ проволокою (см. рис. 2).

Къ одному концу трубки придѣлана была горизонтальная ось съ надлежащими приспособленіями, такъ что трубку можно было подымать и опускать, вращая ее около этой оси; черезъ другой конецъ трубки проходилъ, перпендикулярно къ ней, стальной винтъ, упиравшійся на стальную пластинку. Такое устройство позволяло не только удобно и быстро устанавливать проволоку въ надлежащемъ положеніи, но и давало вмѣстѣ съ тѣмъ возможность приблизительно измѣрять разстояніе нижняго конца проволоки отъ дна сосуда.

И такъ, когда цѣпь была замкнута, гальваническій токъ отъ положительнаго, на примѣръ, полюса батареи проходилъ черезъ первый коммутаторъ и платиновую проволоку въ жидкость, откуда черезъ металлическій сосудъ и соотвѣтствующую мѣдную проволоку—въ ртутный прерыватель; отъ прерывателя направлялся во второй коммутаторъ и въ гальванометръ и затѣмъ черезъ оба коммутатора—къ отрицательному полюсу.

Такъ какъ при такомъ расположеніи цѣпи гальванометръ оказывался слишкомъ чувствительнымъ для токовъ сколько-нибудь значительной силы, какъ напр. для такихъ, съ какими приходилось имѣть дѣло въ предварительныхъ опытахъ, и такъ какъ сравненіе отклоненій, наблюдаемыхъ въ различныхъ случаяхъ, надлежало иной разъ производить довольно быстро,—то самымъ удобнымъ средствомъ для того и для другого было развѣтвленіе тока; причемъ черезъ гальванометръ проходила тогда только незначительная часть доставляемаго батареей тока.

О чувствительности гальванометра можно судить изъ того, что при замкнутой побочной цѣпи, т. е. при развѣтвленіи тока, отклоненія достигали обыкновенно до 6 дѣленій скалы, когда въ металлическій тигель наливалось около 5 граммовъ холодной дистиллированной воды (въ одномъ случаѣ для дистиллированной воды получилось отклоненіе въ 2 д., а для воды изъ водопровод-

ной трубы отклоненіе было 235 д.); приэтомъ большею частью употреблялись только 25 элементовъ.

Сопротивленіе, оказываемое въ подобныхъ случаяхъ водою, равнялось 13352 ед. Сименса. Когда же побочная цѣпь была разомкнута, то для того, чтобы получилось подобнае же отклоненіе въ галванометрѣ, какъ прежде, нужно было ввести въ главную цѣпь сопротивленіе, равное по крайней мѣрѣ 3400086 ед. С. Именно, чтобы отклоненіе и въ этомъ случаѣ достигло с дѣленій скалы, пришлось ввести Сименсовскіе магазины сопротивленій, въ суммѣ равные 6676 ед., и главнымъ образомъ двѣ капиллярныя стеклянныя трубки, наполненныя дистиллированной водою. Когда въ эти трубки налита была ртуть, то сопротивленіе ихъ оказалось 10 ед. Дистиллированная вода была налита въ нихъ послѣ того, какъ онѣ заключали въ себѣ растворъ мѣднаго купороса и затѣмъ были промыты одинъ разъ водою. Можно принять, слѣдовательно, что сопротивленіе дистиллированной воды въ трубкахъ во всякомъ случаѣ было болѣе сопротивленія $\text{CuSO}_4 + 105 \text{ aq}$, которое по Naccari e Bellati (*Manuale di fisica pratica* 1874. Табл. 41) равняется 339341 ртутнымъ единицамъ. Общее сопротивленіе, введенное въ цѣпь, было поэтому болѣе $6676 + 339341 \cdot 10 = 3400086$ ед.

Отсюда видно, какою большою чувствительностью обладалъ галванометръ, которымъ я пользовался при описываемыхъ изслѣдованіяхъ.

Я остановился на этихъ подробностяхъ во-первыхъ, потому, что онѣ необходимы для сравненій между собою отклоненій, происходившихъ въ разныхъ случаяхъ, а во-вторыхъ, также и потому, что въ упомянутыхъ выше работахъ о занимающемъ насъ вопросѣ не приводится почти никакихъ данныхъ, на основаніи которыхъ можно было бы судить, хоть приблизительно, объ условіяхъ и обстановкѣ опытовъ, какъ-то о чувствительности галванометра, о сопротивленіи, оказываемомъ току сфероидами при различныхъ обстоятельствахъ и т. п.; въ мемуарахъ этихъ не находятся именно такія подробности, при помощи которыхъ можно было бы сдѣлать какія-либо заключенія изъ сопоставленія различныхъ результатовъ.

Описавъ приборы, я перехожу теперь къ нѣкоторымъ подготовительнымъ опытамъ.

Въ большинствѣ случаевъ, при болѣе или менѣе благопріятныхъ условіяхъ, когда токъ пропускался черезъ жидкость, находившуюся въ сфероидальномъ состояніи, въ гальванометрѣ обнаруживались отклоненія только при незамкнутой побочной вѣтви; когда же устанавливалось развѣтвленіе тока, то отклоненій въ гальванометрѣ, при тѣхъ же условіяхъ, обыкновенно вовсе не замѣчалось.

Только въ рѣдкихъ, сравнительно, случаяхъ, при особенно благопріятныхъ условіяхъ, не замѣчается вовсе движенія сфероида на раскаленной металлической поверхности; поверхность сфероида представляется приэтомъ совершенно гладкою и онъ кажется неподвижно лежащимъ, хотя обыкновенно и вращается медленно около своей вертикальной оси. Въ большей же части случаевъ, кромѣ вращательнаго движенія, сфероиды обладаютъ также поступательнымъ движеніемъ, непрерывно мѣняющимъ направление; они подбрасываются иногда кверху и колеблются; поверхность ихъ тусклая и неровная; кромѣ того, по временамъ слышится особый, характеристическій трескъ, подобный тому, который вообще происходитъ при паденіи водяныхъ капель на раскаленную поверхность.

Я замѣтилъ, еще въ предварительныхъ опытахъ, что отклоненія при пропусканіи тока происходятъ обыкновенно толчками и совпадаютъ съ трескомъ, иногда весьма слабымъ, раздающимся изъ тигля. Когда тигль постепенно охлаждается и сфероидальное состояніе жидкости вдругъ прекращается, то она вообще при сильномъ трескѣ и кипѣніи разливается на днѣ сосуда, и тогда гальванометрическія отклоненія достигаютъ своей наибольшей величины. Иногда жидкость тотчасъ же вся выкипаетъ, иногда же сосудъ настолько при этомъ охлаждается, что только небольшая часть жидкости выкипаетъ, а большая часть ея остается въ сосудѣ.

Въ этотъ моментъ распаденія сфероида, т. е. когда раздается характеристическій трескъ, указывающій на начало быстрого кипѣнія, происходитъ мгновенное и полное прикосновеніе жидкости и сосуда; и это дѣйствительно подтверждается, между прочимъ, и гальванометрическими отклоненіями, соотвѣтствующими тому отклоненію, которое получается въ томъ случаѣ, когда въ сосудъ просто налита подогрѣтая жидкость. Въ самомъ дѣлѣ, замкнувъ побочную вѣтвь и взявъ прочь горѣлку изъ-подъ тигля, въ кото-

ромъ находился водяной сфероидъ, въ моментъ взрыва, при нѣ-
которомъ охлажденіи тигля, получалось мгновенное отклоненіе,
значительно бѣльшее, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда въ тигель на-
ливалась холодная вода. Это отклоненіе тотчасъ же возвращалось
къ нулю, когда жидкость быстро выкипала, или же постепенно
уменьшалось по мѣрѣ дальнѣйшаго охлажденія тигля, когда часть
жидкости оставалась въ немъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ откло-
неніе приближалось къ 6, соотвѣтствующемъ, какъ было уже упо-
мянуто, холодной водѣ. Если подогрѣть снова тигель, то откло-
неніе увеличивалось и доходило приблизительно до прежней вели-
чины. Вотъ нѣсколько примѣровъ: (назовемъ чрезъ a отклоненія
при окончательномъ взрывѣ, чрезъ b —отклоненія послѣ охлажде-
нія оставшейся въ тиглѣ части жидкости, и чрезъ a' —отклоне-
нія, когда вода снова была нагрѣта до точки кипѣнія).

	a	b	a'
1)	12	6	15
2)	11	6	12
3)	9	5	12

Числа въ третьемъ столбцѣ получались бѣльшія, чѣмъ въ пер-
вомъ столбцѣ, вслѣдствіе того, что въ случаѣ (a) вода закипала;
при кипѣніи же отклоненія уменьшались обыкновенно на 2, на 3
дѣленія скалы. Такъ, когда вода закипала въ случаѣ (a'), то от-
клоненія становились почти равными (a).

Способъ наблюденія, какъ видно изъ предыдущаго, состоялъ
вообще въ слѣдующемъ: опредѣленное количество (около одного
грамма большею частью) воды, или другой жидкости, наливалось
помощью пипетки на раскаленное дно металлическаго сосуда; въ
образовавшійся при этомъ жидкій сфероидъ опускалась платиновая
проволока, установленная заранѣе надлежащимъ образомъ на опи-
санномъ выше рычагѣ (рис. 2). Послѣ этого цѣпь замыкалась посред-
ствомъ ртутнаго коммутатора (прерывателя) и наблюдались въ
трубу отклоненія; причемъ иногда, въ случаѣ надобности, при
очень сильномъ токѣ, вводилась въ цѣпь побочная вѣтвь; для по-
вѣрки иногда мѣнялось направленіе тока помощью одного изъ
коммутаторовъ.

По поводу наблюденія отклоненій въ гальванометрѣ необхо-
димо прибавить, что при тѣхъ условіяхъ, которыми были обстав-
лены опыты, т. е. большое число элементовъ и крайне чувстви-

тельный гальванометръ, отклоненія могли появляться и при незамкнутой цѣпи; стоило только прикоснуться пальцемъ къ пружинкѣ прерывателя или металлическимъ частямъ коммутатора, чтобы обнаружались отклоненія въ нѣсколько дѣленій скалы (при 25 элементахъ 1, 2 и болѣе дѣленій). Для устраненія этихъ случайныхъ отклоненій, къ пружинкѣ прерывателя была прикрѣплена довольно большая эбонитовая пластинка, чтобы при надавливаніи на нее нельзя было нечаянно прикоснуться къ проволокамъ.

Но кромѣ этого обстоятельства, слѣдовало принимать во вниманіе во время опытовъ и другое обстоятельство, которое могло бы совершенно измѣнить результаты опытовъ, еслибы оно было упущено изъ виду. Именно: въ гальванометрѣ обнаруживались отклоненія и въ томъ случаѣ, когда подъ тиглемъ помѣщалась зажженная горѣлка, между тѣмъ какъ въ тиглѣ не находилось вовсе воды; причемъ токъ долженъ бы быть прерванъ, такъ какъ платиновая проволока не прикасалась къ тиглю. Эти побочныя отклоненія, объясняющіяся проводимостью пламени, смотря по числу элементовъ и величине пламени, могли достигать до 10 дѣленій скалы; но при обыкновенныхъ условіяхъ опытовъ отклоненія эти мѣнялись болѣею частью отъ 0,5 до одного дѣленія скалы. Всегда можно было однако уменьшить пламя на столько, чтобы отклоненій этихъ не было вовсе замѣтно. При опытахъ съ сфероидами, для удостовѣренія въ томъ, что наблюдаемыя отклоненія не происходятъ отъ упомянутой только-что причины, горѣлка обыкновенно на время совсѣмъ отодвигалась отъ тигля.

Представленныхъ здѣсь данныхъ о приборахъ, при помощи которыхъ производились опыты надъ пропусканіемъ гальваническаго тока черезъ сфероиды, для нашей цѣли вполне достаточно.

Всѣ вопросы о силѣ тока и сопротивленіи при различныхъ условіяхъ опыта могутъ быть просто вычислены по извѣстнымъ формуламъ для развѣтвленій тока. Такъ напр. легко вычислить, какая часть всего тока въ данномъ случаѣ проходитъ черезъ гальванометръ, когда замкнута побочная вѣтвь. Именно получится:

$$\frac{i_1}{i_0} = \frac{(r + r_1)r_2}{r_1r_2 + rr_1 + rr_2}.$$

Когда въ цѣпи находится тигель съ дистиллированной водой, то это отношеніе равно приблизительно $\frac{1}{44464}$.

Обратимся теперь къ самымъ опытамъ.

ГЛАВА V.

Результаты опытовъ надъ пропусканіемъ тока черезъ сфероидъ. Краткіе отчеты объ отдѣльныхъ опытахъ. Общіе выводы изъ нихъ.

Мы видѣли уже, что отклоненія въ гальванометрѣ замѣчаются не только въ моментъ распадѣнія сфероида, но, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, и въ то время, когда жидкость, черезъ которую пропускается токъ, находится въ сфероидальномъ состояніи.

Въ предварительныхъ опытахъ, описанныхъ въ предъидущей 3 главѣ, употреблялся платиновый тигель, дно котораго не было совершенно гладко. Оказалось при этомъ, что при введеніи сфероида и тигля въ гальваническую цѣпь, отклоненія въ гальванометрѣ обнаруживались только при охлажденіи тигля. Можно было предполагать, что при болѣе сильной батарее и болѣе чувствительномъ гальванометрѣ отклоненія будутъ замѣтны и тогда, когда тигель поддерживается съ раскаленнымъ до красна состояніи! И дѣйствительно, въ этомъ случаѣ при новыхъ опытахъ съ батареею изъ 25 и болѣе элементовъ, большею частью скала совсѣмъ исчезала изъ поля зрѣнія. Иногда дѣленія скалы показывались на мгновѣніе и затѣмъ снова быстро скрывались. Слѣдовательно, и въ случаѣ постоянной температуры тигля, получается таже неправильность отклоненій, какъ и при охлажденіи.

Чтобы подтвердить предположеніе, что на прохожденіе тока вліяетъ главнымъ образомъ бѣльшая или мѣньшая шероховатость металлической поверхности, я произвелъ сравнительные опыты съ нѣсколькими сосудами, внутреннія поверхности которыхъ представляли въ этомъ отношеніи различныя условія.

Прежде всего, въ параллель только-что описанному опыту, былъ сдѣланъ опытъ съ латуннымъ толстостѣннымъ сосудомъ, дно котораго, имѣвшее видъ шароваго сегмента, было обточено довольно грубо. Сфероиды водяные получались на немъ очень легко и по наружному виду ничѣмъ не отличались отъ сфероидовъ, получающихся на совершенно гладкихъ поверхностяхъ. Результаты, относительно прохожденія тока, тѣже, что въ опытахъ съ платиновымъ тиглемъ;

именно: при замыканіи цѣпи каждый разъ скала быстро скрывалась изъ поля зрѣнія. Слѣдовательно, и въ этомъ случаѣ, какъ и прежде, токъ проходилъ довольно свободно. О сопротивленіи, вносимомъ сфероидами въ цѣпь, заключавшую сперва ту же жидкость при обыкновенныхъ условіяхъ, можно приблизительно судить по тѣмъ даннымъ, которыя приведены въ предъидущей главѣ. Сопротивленіе, какъ мы уже имѣли случай замѣтить, чрезвычайно непостоянно и быстро мѣняется въ довольно обширныхъ предѣлахъ; въ рассматриваемыхъ случаяхъ крайними предѣлами можно было принять круглымъ числомъ 51000 и 15000 ед. С.

Кромѣ платинового тигля (вѣсомъ въ 30 gr.) и мѣднаго сосуда, употреблявшихся въ предъидущихъ изслѣдованіяхъ, я имѣлъ подъ руками, между прочимъ, еще нѣсколько платиновыхъ и серебряныхъ тиглей и крышекъ. Бóльшая часть дальнѣйшихъ опытовъ производилась при помощи новой и совершенно гладкой платиновой крышки (8 gr.; поперечникъ 40 mm.) (*a*), серебряной крышки такихъ же размѣровъ (*b*), серебрянаго сосуда, имѣющаго видъ большаго часоваго стекла (55 mm. въ поперечникѣ) (*c*), подобнаго же меньшаго платинового сосуда (7 gr.; поперечникъ 30 mm.) (*d*) и серебрянаго тигля (*e*).

Приведа два примѣра опытовъ съ металлическими сосудами, внутреннія поверхности которыхъ представляли шероховатости и неровности, перейдемъ теперь къ опытамъ пропусканія гальваническаго тока черезъ сфероиды, находящіеся на гладкихъ, по возможности, поверхностяхъ.

Произведя опыты съ описаннымъ уже платиновымъ тиглемъ, я имѣлъ случай замѣтить, что когда небольшой сфероидъ помѣщался надъ болѣе гладкимъ мѣстомъ, причемъ нагрѣваніе тигля было по возможности равномернó, то отклоненія въ гальванометрѣ обыкновенно бывали при этомъ гораздо меньше, чѣмъ при большемъ сфероидѣ, распространявшемся по всему дну тигля (на днѣ, какъ было не разъ упомянуто, находились царапины и впадины). Такъ, нѣсколько наблюденій, произведенныхъ при этихъ условіяхъ, дали, между прочимъ, слѣдующія отклоненія съ батареею изъ 25 элементовъ:

1)	1	16	96
2)	10	20	30 и болѣе
3)	0	20	30

Цифры означаютъ здѣсь тѣ отклоненія на скалѣ, которыя удавалось замѣтить при быстрыхъ движеніяхъ зеркала въ гальванометрѣ; между этими дѣленіями преимущественно и заключались наблюдавшіяся отклоненія. При другихъ же условіяхъ, но съ тѣмъ же тиглемъ, какъ было уже сказано, отклоненія бывали всегда при замыканіи цѣпи до того значительны, что скала обыкновенно совсѣмъ скрывалась съ поля зрѣнія.

На основаніи только-что приведенныхъ наблюденій, можно уже предвидѣть результаты того ряда опытовъ, къ описанію котораго надлежитъ теперь приступить.

Привожу по порядку тѣ данныя изъ отчетовъ отдѣльныхъ наблюденій, которыя прямо сюда относятся.

1) *Условія и обстановка опытовъ.*

Батарея изъ 25 элементовъ; серебряная столовая ложка, подогреваемая газовой горѣлкой; вода и слабый растворъ сѣрной кислоты (на 40 куб. сант. воды 2 или 3 капли сѣрной кислоты; причемъ отклоненія для раствора и воды были 101 и 6) *).

Результаты опытовъ.

Сфероиды получались съ чистою, гладкою поверхностью.

Токъ совсѣмъ не проходилъ, исключая тѣхъ случаевъ, когда слышны были слабые взрывы; отклоненія при этомъ всегда бывали гораздо больше съ сфероидами, заключавшими сѣрную кислоту, чѣмъ съ сфероидами изъ чистой воды. Такъ напр., въ одномъ случаѣ, когда отклоненія съ водянымъ сфероидомъ достигали по временамъ 10 и 20 дѣленій скалы, отклоненія съ сфероидомъ изъ раствора сѣрной кислоты достигали преимущественно до 60 и болѣе дѣленій.

2) 25 элементовъ; серебряный сосудъ (с); вода и растворъ сѣрной кислоты.

*) Въ нашемъ случаѣ отношеніе между отклоненіями въ гальванометрѣ при замкнутой вѣтви не соотвѣтствуетъ вполнѣ отношенію между проводимостями жидкостей, наливаемыхъ въ сосудъ. Намъ нѣтъ и надобности знать дѣйствительныя величины сопротивленій, которыя впрочемъ не трудно вычислить по формуламъ развѣтвленныхъ токовъ; именно:

$$\frac{i}{i'} = \frac{r'(r_1 + r_2) + r_1 r_2}{r(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$$

Въ большинствѣ случаевъ отклоненій вовсе не замѣчалось. Следовательно, результатъ тотъ же, что и въ предыдущихъ опытахъ.

Случайныхъ отклоненій (всего въ нѣсколько дѣленій) было чрезвычайно мало.

Когда сфероидъ принимаетъ даже видъ звездочки, то и тогда отклоненій въ гальванометръ не обнаруживалось.

3) Такіе же результаты получились и тогда, когда къ прежней батарее прибавлено было 4 элемента Гренэ, т. е. когда она состояла изъ 29 элементовъ.

4) Батарея изъ 34 элементовъ; платиновая крышка (а) съ почти плоскимъ дномъ; вода и сѣрный эфиръ (проводимость эфира была около 40 разъ болѣе проводимости воды).

Результатъ опытовъ заключается въ томъ, что какъ водяной такъ и эфирный сфероидъ вполне прерываютъ гальваническую цѣпь.

Отклоненія довольно значительныя показывались только тогда, когда слышенъ былъ особый, характеристическій звукъ, издаваемый сфероидомъ, и замѣтно было на глазъ его дрожанія.

Платиновая крышка нагрѣвалась не сильно — ниже краснаго каленія.

5) 34 элемента; платиновая крышка; вода.

а) При сильномъ накаливаніи (почти до-красна) платиновой крышки помощью узкой горѣлки и при довольно большемъ сфероидѣ (около 20 mm. въ поперечникѣ), который принималъ звѣздообразную форму и замѣтно колебался, — отклоненія въ гальванометръ были громадны (скала уходила изъ поля зрѣнія).

б) При другой, широкой горѣлкѣ и при прежнихъ остальныхъ обстоятельствахъ — отклоненія получались только при окончательномъ взрывѣ, когда платиновая крышка, по удаленіи горѣлки, охлаждалась настолько, что сфероидъ распадался и жидкость закипала.

Нагрѣваніе въ этомъ случаѣ было равномерное, т. е. крышка накаливалась вездѣ одинаково, и не замѣтно было дрожаній сфероида.

Отсюда видно, что прохожденіе тока чрезъ сфероидъ при охлажденіи раскаленной поверхности сосуда не есть существенное свойство сфероидальнаго состоянія жидкостей, какъ думаетъ Буффъ, но на столько же случайно, какъ и прохожденіе тока въ то время, когда поверхность, поддерживающая сфероидъ, сильно нагрѣта. Дѣйствительно, какъ въ однихъ случаяхъ токъ можетъ проходить

черезъ сфероидъ при нѣкоторыхъ обстоятельствахъ, когда металлическая поверхность сильно раскалена, такъ точно въ другихъ случаяхъ токъ вовсе не проходитъ даже тогда, когда металлическая поверхность охлаждена настолько, что сфероидъ близокъ къ окончательному распаденію.

6) Серебряный тигель (е) съ матовою внутреннею поверхностью; вода и слабая сѣрная кислота (когда въ холодный тигель налито было немного воды, то отклоненіе въ гальванометрѣ равнялось 10; для раствора кислоты отклоненіе было 240).

а) Сначала въ цѣпь введены были только 18 элементовъ.

Какъ съ чистой, такъ и съ подкисленной водой, отклоненія не появлялись ранѣе окончательнаго распаденія сфероидовъ при охлажденіи тигля.

Промежутокъ времени отъ момента удаленія лампы и началомъ кипѣнія въ обоихъ случаяхъ былъ 30".

б) Введены всѣ 34 элемента.

При этомъ отклоненія появлялись при остываніи тигля до начала кипѣнія.

Нѣтъ никакой правильности въ отклоненіяхъ; они происходятъ толчками, то въ одну, то въ другую сторону, и промежутки времени между ними весьма различны. Для примѣра привожу нѣсколько цифръ (причемъ первыя изъ нихъ въ каждомъ рядѣ показываютъ число секундъ, протекшихъ отъ момента удаленія горѣлки до перваго отклоненія).

1) (Вода) 4, 5, 3, 3, 2, 4, 2.

2) „ 8, 5 и т. д.

3) (Сл. с. кислота) 9, 1, 25.

Въ первомъ случаѣ до начала кипѣнія прошло 23"; въ послѣднемъ случаѣ до распаденія сфероида протекло 35".

7) 40 элементовъ; платиновая крышка (а); вода и эфиръ.

а) Для водянаго сфероида, при умѣренномъ и равномерномъ нагрѣваніи, не получалось вовсе отклоненій; когда сфероиды находились въ спокойномъ состояніи, не колебались и не подбрасывались, то отклоненій не замѣчалось даже и при остываніи сосуда до самого момента распаденія сфероида.

Въ случаѣ сильнаго нагрѣванія (до-красна), сфероиды рѣже находились въ спокойномъ состояніи, равновѣсіе ихъ видимо было менѣе устойчиво, чѣмъ въ первомъ случаѣ; при этомъ появля-

лись сперва небольшія отклоненія (въ нѣсколько дѣленій скалы); но по мѣрѣ испаренія, сфероиды уменьшались и приходили въ болѣе быстрыя движенія, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивались и отклоненія при каждомъ послѣдующемъ замыканіи цѣпи. Когда слышенъ былъ повременамъ довольно высокій тонъ, происходящій вслѣдствіе правильныхъ періодическихъ дрожаній сфероида, тогда отклоненія бывали очень велики (скала скрывалась изъ поля зрѣнія).

б) Относительно эфирныхъ сфероидовъ, результаты въ общихъ чертахъ тѣже. Именно, при умѣренномъ нагрѣваніи (ниже, чѣмъ для воды) сфероиды на видъ вообще неподвижны и отклоненій въ гальванометрѣ нѣтъ. При сильномъ нагрѣваніи сфероиды чрезвычайно подвижны и тѣмъ подвижнѣе, чѣмъ меньше сфероиды; приэтомъ отклоненія тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе движенія сфероида. Отклоненія въ этомъ случаѣ вообще больше, чѣмъ въ случаѣ водяныхъ сфероидовъ.

Всѣхъ опытовъ, произведенныхъ при вышеупомянутыхъ условіяхъ, было 7; изъ нихъ 4 относились къ водянымъ, а 3 къ эфирнымъ сфероидамъ.

Отсюда можно заключить, принимая также во вниманіе предшествующіе опыты 4) и 5), что не только при достаточномъ охлажденіи сосуда дѣлается возможнымъ прохожденіе тока, на что указываетъ Буффъ, но также и при значительномъ нагрѣваніи. Для того, чтобы токъ не проходилъ, требуется спокойное состояніе сфероида и умѣренное нагрѣваніе (для эфира низшее, чѣмъ для воды), если приэтомъ, разумѣется, выполнены и извѣстныя другія условія. Надо, кромѣ того, прибавить, что чѣмъ больше сфероидъ, тѣмъ высшая температура нужна для того, чтобы равновѣсіе его было по возможности устойчивое, и чтобы движенія его ограничивались однимъ вращеніемъ около своей оси. (Здѣсь подъ устойчивымъ равновѣсіемъ подразумѣвается то спокойное состояніе сфероида, когда онъ кажется какъ-бы неподвижнымъ, и которое наблюдается хоть сколько-нибудь продолжительное время только при особенно благопріятныхъ обстоятельствахъ).

8) *Баттарей изъ 34 элементовъ; платиновая крышка (а) и платиновый сосудъ (б); ртуть.*

а) Пришлось выключить 22 элемента съ хромовой кислотой (осталось только 6 Мейдингера и 6 Лекланше), чтобы можно было

отсчитать отклоненія въ гальванометрѣ, когда капля ртути была налита на ненагрѣтую платиновую крышку. При этомъ побочная вѣтвь была замкнута и слѣдовательно черезъ гальванометръ проходила только незначительная часть всего тока. *Отклоненіе получилось въ 540 дѣлений.*

Ртуть при обыкновенной температурѣ не смачиваетъ платину; капля ртути въ платиновомъ сосудѣ почти на столько же подвижна, какъ и сфероидъ на раскаленной поверхности. Серебро же смачивается ртутью и капля ртути на серебряной поверхности постепенно расплывается. Между тѣмъ, отклоненіе оказалось тоже самое (около 540), когда токъ пропусклся черезъ каплю ртути, находившуюся на серебрянной крышкѣ.

Отсюда видно, что простое смачиваніе или несмачиваніе не можетъ имѣть замѣтнаго вліянія на прохожденіе тока черезъ сфероиды.

б) Полное число элементовъ.

Ртутные сфероиды получаютъ гораздо труднѣе, чѣмъ водяные. Требуется во-первыхъ вообще болѣе сильное накаливаніе сосуда, а во-вторыхъ, предварительное нагрѣваніе ртути до температуры кипѣнія. Но и при выполненіи этихъ условій на платиновой крышкѣ получались только очень небольшіе сфероиды, которые находились въ постоянномъ движеніи, причемъ слышенъ былъ особый звукъ. На столько же большой сфероидъ, чтобы удобно было опустить въ него проволоку, получить не удавалось, такъ какъ ртуть тотчасъ же разливалась по поверхности платиновой крышки и быстро испарялась, оставляя на днѣ черное пятно.

Пришлось замѣнить крышку другимъ платиновымъ сосудомъ съ болѣе толстыми стѣнками—что, какъ было уже упомянуто въ концѣ 3-й главы (4), способствуетъ отчасти образованію сфероидовъ; сосудъ этотъ, имѣвшій видъ сильно выпуклаго часоваго стекла, удобнѣе было накаливать и онъ представлялъ, кромѣ того, препятствіе передвиженіямъ сфероида изъ стороны въ сторону.

с) Опыты производились такимъ образомъ:

Ртуть кипятилась въ фарфоровой чашкѣ подъ тягою; помощью небольшой желѣзной ложки, кипящая ртуть наливалась по каплямъ въ нагрѣтый до свѣтло-краснаго каленія сосудъ; затѣмъ въ

образовавшийся сфероидъ погружалась платиновая проволока и наблюдалось отклоненіе въ гальванометрѣ, какъ и прежде.

Большіе сферойды (отъ 20 до 15 mm. горизонтальная ось) принимали матовый оттѣнокъ и находились въ непрерывномъ дрожаніи, причемъ замѣтно выдѣлялись пары и слышенъ былъ постоянный трескъ. *При замыканіи цѣпи скала мгновенно выходила изъ поля зрѣнія.*

Когда сфероидъ дѣлался меньше, то онъ становился спокойнымъ и принималъ блестящую поверхность.

Отклоненій тогда или вовсе не было или же были очень малыя (отъ 3 до 5 дѣленій).

По временамъ только слышался трескъ, и тогда отклоненія бывали громадныя (приэтомъ раскаленный сосудъ замѣтно темнѣлъ).

Когда капля становилась очень малою, то она повисала на концѣ проволоки, не прикасаясь къ поверхности сосуда.

Надо замѣтить, что незначительныя отклоненія (въ 3 и 5 дѣленій), наблюдавшіяся повременамъ, бывали довольно постоянны это свойство отличало ихъ отъ тѣхъ случайныхъ отклоненій, происходившихъ неправильными толчками, о которыхъ упоминалось при описаніи предъидущихъ опытовъ.

При замкнутой побочной вѣтви отклоненіе, при быстрыхъ колебаніяхъ большого сферойда, было около 300 дѣленій и затѣмъ постепенно уменьшалось. Въ одномъ случаѣ при этомъ условіи отклоненіе получилось громадное (скала совсѣмъ скрылась), но оказалось, что сосудъ случайно настолько остылъ, что ртуть разлилась по всему дну сосуда.

Всего наблюденій съ ртутью было произведено болѣе 20.

9) *Повтореніе опыта Поггендорфа.*

Въ началѣ 2-й главы описаны три опыта Поггендорфа; послѣдній изъ нихъ отличается существеннымъ образомъ отъ другихъ опытовъ тѣмъ, что раскаливается не сосудъ, а платиновая пластинка, погружаемая въ жидкость. Здѣсь какъ-разъ дѣлается обратное тому, что дѣлалось въ описанныхъ только что опытахъ: не жидкость наливается на раскаленную поверхность, а раскаленное тѣло погружается въ жидкость. Поггендорфъ экспериментировалъ съ подкисленною водою и нашелъ, что токъ вовсе не проходилъ

черезъ жидкость, когда въ нее погружалась раскаленная платиновая пластинка, служившая однимъ изъ электродовъ батареи.

При повтореніи этого опыта я взялъ, вмѣсто слабаго раствора сѣрной кислоты,—эоиръ, какъ жидкость, приходящую въ сфероидальное состояніе при значительно низшей температурѣ, чѣмъ вода.

Наблюденія производились слѣдующимъ образомъ:

Въ платиновомъ тиглѣ налить былъ эоиръ и въ него опускалась раскаленная платиновая проволока; причемъ проволока и тигель находились въ сообщеніи съ поласами батареи изъ 34 элементовъ.

При опусканіи холодной проволоки скала быстро выходила изъ поля зрѣнія. (Побочная вѣтвь не вводилась при этомъ вовсе).

Раскаленная проволока въ первый моментъ не вызывала отклоненія; но затѣмъ, при слабыхъ взрывахъ (поверхность эоира при этомъ колебалась) замѣчались небольшія отклоненія, которыя, по мѣрѣ охлажденія, усиливались и учащались до тѣхъ поръ, пока эоиръ, прилегающій къ проволокѣ, не начиналъ кипѣть; тогда снова скала быстро уходила изъ поля зрѣнія.

Капля сѣрной кислоты, прибавленная къ эоиру, не измѣняла вообще дѣла; отклоненія только какъ-бы были нѣсколько больше.

Слѣдовательно и эти опыты подтверждаютъ прежніе, сдѣланные по другому способу.

Результаты совершенно тѣже.

Прежній способъ наблюденія удобнѣе только-что описаннаго; вслѣдствіе этого онъ и примѣнялся главнымъ образомъ при изслѣдованіи вопроса о прохожденіи тока.

10) *Перейдемъ теперь къ общимъ выводамъ, которые можно сдѣлать изъ описанныхъ опытовъ.*

Резюмировать главнѣйшіе результаты опытовъ можно слѣдующимъ образомъ;

а) При особенно благоприятныхъ условіяхъ (какъ-то: гладкая, чистая металлическая поверхность, равномерное нагрѣваніе и т. п.) когда сфероидъ кажется какъ-бы совершенно неподвижно лежащимъ на раскаленной поверхности, гальваническій токъ даже отъ сильной батареи вполне задерживается сфероидомъ не только во время накаливанія, но и во время остыванія сосуда; токъ вовсе не проходитъ при этомъ до тѣхъ поръ, пока сфероидъ не разольется и жидкость не начнетъ кипѣть.

b) Когда же условія для кажущейся неподвижности сфероиды не вполне удовлетворены и сфероидъ приходитъ повременамъ въ болѣе или менѣе сильныя колебанія, то при умѣренномъ нагрѣваніи, когда случайныя движенія сфероиды наименѣе рѣзки и часты, токъ вообще не проходитъ; при достаточномъ же охлажденіи и при сильномъ нагрѣваніи обыкновенно замѣчаются въ гальванометрѣ отклоненія болѣею частью довольно значительныя.

c) Въ иныхъ случаяхъ, когда дно сосуда неровное и сфероиды (въ особенности большіе) непрерывно колеблются, отклоненія въ гальванометрѣ при замыканіи цѣпи появляются какъ при сильномъ, такъ и умѣренномъ нагрѣваніи сосуда.

d) Въ тѣхъ случаяхъ, когда токъ проходилъ, отклоненія происходили всегда неправильными толчками; при этомъ сфероиды находились въ быстромъ колебаніи и обыкновенно слышались какъ-бы слабыя взрывы. Слѣдовательно, нормальнымъ состояніемъ сфероиды должно считать то, когда токъ прерывается сфероидомъ; прохожденіе же тока—есть явленіе случайное и второстепенное.

Буффъ и Пьерръ, напротивъ, рассматриваютъ прерываніе тока сфероидомъ, какъ фактъ несущественный и случайный.

Остается сдѣлать нѣсколько замѣчаній объ особенностяхъ изложенныхъ наблюденій.

Характеръ описанныхъ опытовъ таковъ, что отъ нихъ нельзя требовать большой точности, да и для той цѣли, которая имѣлась въ виду при изслѣдованіяхъ, въ этомъ не было и надобности. Слишкомъ много побочныхъ причинъ вліяютъ на каждый результатъ, и вполне освободиться отъ нихъ въ нашемъ случаѣ не было возможности.

Въ этой главѣ не приводилось подробныхъ данныхъ для отклоненій во-первыхъ потому, что цѣлые десятки дѣленій скалы ничего не значатъ въ подобномъ случаѣ, а во-вторыхъ потому, что при значительной неправильности и быстрыхъ измѣненіяхъ отклоненій, не всегда удавалось замѣтить точное ихъ значеніе. Также и по отношенію къ температурѣ сосуда не имѣютъ значенія цѣлые десятки градусовъ. О степени нагрѣванія я судилъ отчасти по цвѣту раскаленного металла (темно-и свѣтло-красный) и отчасти по повороту крана въ горѣлкѣ.

ГЛАВА VI.

Разсмотрѣніе вопроса о непосредственномъ прикосновеніи жидкости къ раскаленному металлу. Періодическое прикосновеніе. Измѣреніе промежутка между сфероидомъ и нагрѣтой поверхностью.

Въ предыдущей главѣ мы видѣли, что въ однихъ случаяхъ сфероиды, введенные въ гальваническую цѣпь, вполне прерываютъ токъ даже большой батареей, а въ другихъ случаяхъ и не очень сильный токъ, пропущенный черезъ сфероидъ и металлическій сосудъ, производитъ значительныя отклоненія въ гальванометрѣ.

Намъ предстоитъ теперь рѣшить прежде всего, проходитъ ли токъ при этомъ черезъ слой пара, отдѣляющаго сфероидъ отъ раскаленной поверхности, какъ это предполагается нѣкоторыми учеными, или же отклоненія гальванометра обуславливаются непосредственнымъ прикосновеніемъ между жидкостью и дномъ сосуда.

Многіе ученые, какъ напр. Лоранъ, Мунке, Буффъ, Пьеръ и др., думаютъ, что жидкіе сфероиды лежатъ на раскаленной поверхности также, какъ и обыкновенныя капли на несмачиваемой ими поверхности; разница только та, что въ первомъ случаѣ число точекъ соприкосновенія менѣе, вслѣдствіи образованія паровъ. Допускается также при этомъ большею частью прикосновеніе періодическое.

Опорою этому предположенію служатъ, главнымъ образомъ, слѣдующіе факты: 1) пропусканіе сфероидами при нѣкоторыхъ условіяхъ гальваническаго тока, 2) звѣздообразный видъ, принимаемый иногда сфероидами, и 3) замѣчаемыя по временамъ правильныя движенія или колебанія сфероидовъ, причемъ слышенъ бываетъ слабый однообразный звукъ.

(Вопросъ о химическомъ вліяніи сфероида на раскаленную поверхность разсматриваться здѣсь не будетъ, такъ какъ онъ обстоятельно разобранъ Бергеромъ).

Большинство ученых въ настоящее время принимаетъ, что жидкіе сфероиды вполне уединены отъ раскаленной поверхности слоемъ пара.

Тиндаль предполагаетъ что, результаты опытовъ Буффа надъ пропусканіемъ гальваническаго тока можно объяснить тѣмъ, что токъ проходилъ черезъ тонкій слой пара, такъ какъ есть вѣроятность допустить, что пары дѣлаются проводниками электричества при тѣхъ условіяхъ, при которыхъ производились опыты.

Разнообразныя движенія сфероида и звѣздообразную форму, принимаемую по временамъ сфероидами, Бергеръ удовлетворительно объясняетъ, не допуская приэтомъ возможности непосредственнаго прикосновенія жидкости къ раскаленному металлу. Бергеръ говоритъ, между прочимъ (стр. 604), что о періодическомъ прикосновеніи не можетъ быть и рѣчи, какъ то показываютъ опыты химическіе и какъ понятно само собою, потому что при приближеніи сфероида къ раскаленной поверхности должно тотчасъ же образоваться новое, большее количество паровъ, которое не позволитъ сфероиду опуститься до прикосновенія съ дномъ сосуда.

Эти вопросы намъ и надлежитъ теперь разрѣшить.

1). Изъ сравнительныхъ опытовъ надъ сфероидами изъ чистой воды и сфероидами изъ слегка подкисленной воды оказалось, какъ мы видѣли, что при прохожденіи тока отклоненія въ первомъ случаѣ всегда бывали меньше, чѣмъ во второмъ случаѣ.

Такъ какъ содержаніе сѣрной кислоты въ водѣ было обыкновенно очень незначительно (на 40 куб. сантим. воды 2 или 3 капли кислоты), то можно принять, что сфероиды въ обоихъ случаяхъ находились при одинаковыхъ условіяхъ; именно, какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ выдѣлялись только водяные пары, и притомъ почти въ одномъ и томъ же количествѣ въ началѣ опыта. *)

Гальваническія проводимости названныхъ жидкостей однако различались между собою значительно (отклоненіе напр. въ одномъ случаѣ 6, а въ другомъ 101). Когда токъ пропусклся черезъ сфе-

*) Судя по опытамъ Рень надъ упругостью водяныхъ паровъ смѣси воды и сѣрной кислоты—*Annales de chimie et de physique*. 3-me serie, t. 15, p. 173 такая незначительная примѣсь кислоты, какъ въ нашемъ случаѣ, не должна вліять замѣтно на выдѣленіе пара.

роиды изъ тѣхъ же жидкостей, то и тогда отклоненія весьма замѣтно разнились между собою. (Напр. въ одномъ рядѣ опытовъ, съ водяными сфероидами, отклоненія преимущественно колебались около 10, а съ сфероидами, заключавшими сѣрную кислоту, отклоненія большею частью бывали около 60; причемъ побочная вѣтвь была разомкнута).

Если бы токъ проходилъ не вслѣдствіе непосредственнаго прикосновенія жидкости къ металлу, а черезъ слой водянаго пара, то отклоненія въ обоихъ случаяхъ должны бы быть почти одинаковыми, потому что сопротивленія самихъ жидкихъ сфероидовъ незначительно въ сравненіи съ тѣмъ сопротивленіемъ, которое происходитъ отъ образованія пара. На основаніи данныхъ, приведенныхъ въ 4-ой главѣ, можно заключить, что, при предполагаемомъ условіи, отношеніе между отклоненіями, по всей вѣроятности, не было бы болѣе 1,005, или въ самомъ крайнемъ случаѣ 1,01; причемъ разница отклоненій для различныхъ сфероидовъ въ нашемъ случаѣ могла бы быть преимущественно только въ тысячныхъ доляхъ или, самое большее, въ десятыхъ доляхъ одного дѣленія скалы.

Въ представленномъ же примѣрѣ отношеніе между отклоненіями было около 3, а разность доходила до 50 и болѣе дѣленій скалы.

Поэтому мы можемъ заключить отсюда, что прохожденіе тока въ извѣстныхъ случаяхъ есть слѣдствіе частнаго прикосновенія сфероида къ дну сосуда, т. е. прикосновенія небольшого числа точекъ нижней поверхности сфероида.

И такъ эти сравнительные опыты доказываютъ намъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ происходитъ непосредственное прикосновеніе жидкаго сфероида къ раскаленной металлической поверхности,—что подтверждаетъ пока предположенія Буффа и Пьерра и опровергаетъ доводы Бергера и Тиндала.

2) Мы видѣли, что эти частныя прикосновенія, когда дѣлается возможнымъ прохожденіе гальваническаго тока, совершаются неправильно и зависятъ, слѣдовательно, отъ случайныхъ причинъ.

Но если разъ уже доказана возможность непосредственнаго прикосновенія жидкости къ раскаленному металлу, то является на очередь вопросъ: нѣтъ-ли постояннаго періодическаго прикосновенія сфероида къ дну сосуда, причемъ прикосновеніе это на

столько слабо, т. е. происходит между столь малым числом точек, что и чрезвычайно сильный ток не въ состояніи преодолѣть громаднаго сопротивленія, обнаруживающагося при этомъ?

Одинъ изъ аргументовъ въ пользу полного уединенія сфероида отъ раскаленной поверхности служитъ тотъ фактъ, что сфероидъ не дѣйствуетъ химически на стѣнки сосуда.

Но относительно химическаго вліянія сфероида на раскаленную поверхность можно сказать во-первыхъ, что въ результатахъ различныхъ опытовъ существуютъ еще пока кой-какія противорѣчія, а во-вторыхъ, при упомянутыхъ условіяхъ періодическаго прикосновенія это вліянія можетъ быть до того слабо, что не обнаруживается явственнымъ образомъ. И слѣдовательно, этотъ доводъ не можетъ служить рѣшительнымъ доказательствомъ невозможности періодическаго прикосновенія.

Предположенію о существованіи періодическаго прикосновенія нисколько не противорѣчитъ также и то обстоятельство, что между сфероидомъ и раскаленною поверхностью замѣчается обыкновенно явственный промежутокъ. Дѣйствительно, этотъ промежутокъ долженъ быть видѣнъ при надлежащихъ условіяхъ и въ случаѣ періодическаго прикосновенія и колебаній сфероида.

Для обнаруженія свободнаго пространства между сфероидомъ и раскаленною поверхностью обыкновенно помѣщаютъ позади сфероида свѣчу или, лучше, раскаленную проволоку (Бутины, Тиндаль и др.); сфероидъ при этомъ долженъ находиться на горизонтальной плоской металлической поверхности, и для избѣжанія его передвиженій онъ долженъ чѣмъ нибудь придерживаться въ опредѣленномъ положеніи.

Свѣтлая полоса, видимая при такомъ условіи подъ сфероидомъ, и указываетъ, что сфероидъ поддерживается въ нѣкоторомъ разстояніи отъ нагрѣтаго металла.

Разстояніе это можетъ быть смѣрено или непосредственно помощью котетометра, какъ это дѣлалъ г. Колли, или же фотографически, какъ это дѣлалъ одинъ нѣмецкій ученый (что извѣстно мнѣ частнымъ образомъ).

Если сфероидъ очень малъ, то промежутокъ между нимъ и дномъ сосуда можно видѣть и безъ особыхъ приспособленій. Именно, тогда замѣчается вполне отчетливо, что сфероидъ и его

изображеніе въ гладкомъ днѣ сосуда не соприкасаются, а находятся между собою въ нѣкоторомъ разстояніи, доходящемъ приблизительно до $1^{m.m.}$, насколько я могъ судить на глазъ.

(Для образованія сфероидовъ я употреблялъ при этомъ воду, алкоголь и эфиръ).

Что и между большими сфероидами и дномъ сосуда находится нѣкоторый промежутокъ, можно обнаружить между прочимъ слѣдующимъ образомъ. Соединивъ раскаленный металлическій тигель, въ которомъ находится нѣкоторое количество жидкости въ сферoidalномъ состояніи, съ однимъ полюсомъ гальванической батареи, и опуская въ жидкость проволоку, сообщенную съ другимъ полюсомъ батареи, — увидимъ сквозь сфероидъ искры при дотрогиваніи проволокой до дна сосуда. Когда же жидкость налита просто въ холодный тигель, то искры не появляются. (Я обратилъ вниманіе на это обстоятельство, пропуская токъ отъ двухъ элементовъ Гренэ черезъ сфероидъ, состоящій изъ слабаго раствора мѣднаго купороса).

Очевидно, что вопросъ о періодическомъ прикосновеніи не можетъ быть окончательно рѣшенъ только что описанными способами.

Для строгаго рѣшенія этого вопроса надо было придумать средство, чтобы мгновенныя прикосновенія сфероида къ дну сосуда могли быть легко обнаружены, т. е. чтобы они оставляли послѣ себя тѣмъ или другимъ образомъ замѣтные и прочные слѣды.

3) Слѣдующій способъ оказался вполне цѣлесообразнымъ и удобнымъ для рѣшенія вопроса о періодическомъ прикосновеніи.

Сущность этого способа заключалась въ гальванопластическомъ осажденіи мѣди на конецъ проволоки, опущенной въ сфероидъ, состоящій изъ слабаго раствора мѣднаго купороса.

Если сфероидъ опускался бы періодически до самаго дна сосуда, то весь конецъ проволоки покрывался бы мѣдью; если же оконечность проволоки оказалась бы совершенно чистою, безъ малѣйшаго слѣда мѣди, — это прямо показало бы, что сфероидъ не прикасается вовсе къ дну сосуда, а находится отъ него на нѣкоторомъ разстояніи. Такія соображенія и побудили меня остановиться на упомянутомъ способѣ и приступить къ опытамъ.

которые действительно дали результаты вполне несомненные относительно поставленнаго здѣсь вопроса, и которые вмѣстѣ съ тѣмъ подтвердили выводы изъ прежнихъ опытовъ съ гальваническимъ токомъ (главы 3 и 5).

Главный результатъ новыхъ опытовъ состоялъ именно въ томъ, что конецъ проволоки вполне покрывался мѣдью только въ частныхъ и рѣдкихъ случаяхъ; вообще же окончность проволоки (среднимъ числомъ въ 0,1 ^{м.м.}) оказывалась совершенно чистою и блестящею. Необходимое, слѣдовательно, заключеніе отсюда то, что сфероидъ вообще вовсе не прикасается къ нагрѣтой поверхности; прикосновеніе же происходитъ по временамъ только въ частныхъ и исключительныхъ случаяхъ.

Первые опыты—произведенные съ цѣлью испытанія способа гальванопластическаго осажденія мѣди на платиновую проволоку, погруженную въ сфероидъ — дали приблизительно слѣдующія числа для разстояній между сфероидомъ и дномъ тигля въ различныхъ случаяхъ:

0,08 ^{м.м.}	(платиновый тигель)
0,13 ^{м.м.}	(серебряный сосудъ)
0,05 —	—
0,19 —	—

и. т. п.—При этомъ высота сфероида (длина части проволоки, покрытой мѣдью) была около 5,5 ^{м.м.} Въ нѣсколькихъ случаяхъ весь конецъ проволоки сплошь оказался покрытымъ мѣдью.

Но прежде, чѣмъ окончательно остановиться на гальванопластическомъ способѣ, я пробовалъ просто опускать желѣзные проволоки или вводить ихъ сбоку въ сфероидъ изъ раствора мѣднаго купороса. Концы проволокъ тотчасъ же покрывались слоемъ мѣди, вышиною въ 5 ^{м.м.} (приблизительно).

Изъ 10 или 12 случаевъ, только одинъ разъ удалось получить окончность желѣзной проволоки совершенно чистою; вообще же концы проволокъ сплошь покрывались осадкомъ темно-бураго цвѣта. Этотъ сплошной осадокъ зависитъ, въ большинствѣ случаевъ, разумѣется, отъ трудности ввести въ сфероидъ, или изъ него вынуть, проволоку такъ, чтобы окончность ея не погружалась вовсе въ жидкость; при надвиганіи проволоки сбоку и при скольженіи ея, она обыкновенно пружинится и отдѣляется

отъ дна сосуда, и сфероидъ, кромѣ того, приходитъ приэтомъ въ неправильныя колебанія.

Въ число неудобствъ надо включить, между прочимъ, и темный цвѣтъ проволоки, мѣшающій различать съ должною отчетливостью границу осажденного слоя мѣди.

Отсюда видно, что несмотря на простоту этого способа, онъ мало надеженъ и неудобенъ.

И такъ, пришлось обратиться къ гальванопластическимъ опытамъ.

Опыты эти производились слѣдующимъ образомъ. Въ раскаленный платиновый сосудъ (какъ самый удобный въ этомъ случаѣ, такъ какъ на серебрѣ проволока оставляетъ иногда небольшія выемки) наливалось нѣкоторое количество воды и затѣмъ въ образовавшійся сфероидъ прибавлялось при помощи пипетки нѣсколько капель раствора мѣднаго купороса. (Неудобно было наливать прямо слабый растворъ мѣднаго купороса въ томъ отношеніи, что на днѣ сосуда часто оставался приэтомъ осадокъ купороса въ видѣ небольшихъ желтоватыхъ пятнышекъ). Послѣ этого въ сфероидъ опускался до дна сосуда заостренный конецъ платиновой проволоки, сообщенной съ катодомъ батареи (одинъ или два элемента Гренэ); анодъ же былъ въ соединеніи съ мѣдной проволокой, которая на нѣсколько секундъ едва погружалась въ сфероидъ (рис. 3), вслѣдствіе чего на платиновой проволоки осаждался слой мѣди. Оставалась только измѣрить на концѣ проволоки, помощью соотвѣтственнаго микрометра, длину свѣтлой части, непокрытой вовсе осадкомъ, чтобы судить—разумѣется, приблизительно только—о промежуткѣ, раздѣляющемъ сфероидъ отъ дна сосуда. (Въ приборѣ, употреблявшемся для этой цѣли, микроскопъ перемѣщался на $0,002^{m.m.}$ при поворачиваніи головки микрометрическаго винта на одно дѣленіе).

Обыкновенно съ однимъ сфероидомъ дѣлалось 4 и даже 5 подобныхъ наблюденій, т. е. можно было успѣть перемѣнить, пока сфероидъ не испарится, 4 или 5 платиновыхъ проволокъ, погружая каждую изъ нихъ въ жидкость не болѣе, какъ на 3 или 4 секунды.

Прежде, чѣмъ перейти къ изложенію результатовъ опытовъ, остается сдѣлать еще нѣсколько замѣчаній. Именно, я удосто-

вѣрился, что ни вещество проволоки, ни толщина ея, ни время погруженія ея въ жидкости, вообще не вліяютъ замѣтно на ожидаемый результатъ. Такъ, кромѣ толстыхъ и тонкихъ платиновыхъ проволокъ, я употреблялъ также иногда латунныя проволоки, причемъ промежутокъ времени, на который погружался въ жидкость анодъ, мѣнялся, смотря по обстоятельствамъ отъ 1 до 20 секундъ; замѣтной же разницы въ результатахъ между тѣмъ вообще не было. Понятно однако, что толстыя, негнущіяся платиновыя проволоки съ заостренными концами, погружаемыми въ сфероидъ на короткій промежутокъ времени, удобнѣе для нашей цѣли. Я пробовалъ между прочимъ (при 2 элементахъ Гренэ) погружать азодъ въ жидкость на одно лишь мгновеніе, слегка прикоснувшись имъ къ сфероиду, но и въ этомъ случаѣ все-таки замѣчались на катодѣ слѣды осадка, хотя измѣреній приэтомъ и нельзя было дѣлать. Это показываетъ, что осажденіе мѣди на оконечности катода могло бы быть, пожалуй, не замѣчено только въ случаѣ одного мгновеннаго прикосновенія сфероида къ дну сосуда, но никакъ не въ случаѣ періодическаго прикосновенія.

Приступая теперь къ группировкѣ результатовъ опытовъ, необходимо еще разъ напомнить, что отъ результатовъ этихъ нельзя ожидать большой точности, такъ какъ состояніе сфероида зависитъ отъ многихъ причинъ (иногда случайныхъ), устранить которыя не всегда бываетъ легко. Не смотря на это, въ большинствѣ случаевъ мнѣ удалось получить довольно отчетливыя и опредѣленныя данныя, которыя согласуются съ прежними наблюденіями (глава 5).

Я приведу сперва числа, показывающія вліяніе степени нагрѣванія сосуда. (Въ этихъ опытахъ употреблялся платиновый сосудъ ($\varnothing$); онъ вообще оказался самымъ удобнымъ, такъ какъ сфероиды въ немъ менѣе подвижны, чѣмъ въ другихъ сосудахъ).

1-й рядъ опытовъ.

2-й рядъ.

Нагрѣваніе по возможности слабое. (A).

1) 0,03 *m.m.*

1) 0,04 *m.m.*

2) 0,06 —

2) 0,06 —

3) 0,04 —	3) 0,07 —
4) 0 —	4) 0 —

(А) сфероидъ въ этомъ случаѣ почти не двигался.

Нагрѣваніе довольно слабое.

1) 0,04 ^{m.m.}	1) 0,04 ^{m.m.} (a)
2) 0,06 — (a)	2) 0,08 —
3) 0 — (b)	3) 0,08 —
4) 0,05 —	4) 0,04 —

(a) Въ этихъ случаяхъ капля имѣла видъ звѣздочки.

(b) Слабые взрывы и подбрасыванія сфероида.

Нагрѣваніе умеренное.

1) 0,09 ^{m.m.}	1) 0,09 ^{m.m.}
2) 0,12 —	2) 0,10 —
3) 0,09 —	3) 0,06 —
4) 0 —	4) 0,04 —

Нагрѣваніе нѣсколько болѣе сильное.

1) 0,07 ^{m.m.}	1) 0,10 ^{m.m.}
2) 0,07 —	2) 0,09 —
3) 0,09 —	3) 0,09 —
4) 0 —	4) 0 —

Въ послѣднемъ случаѣ замѣчались колебанія сфероида.

Подъ возможно-слабымъ нагрѣваніемъ здѣсь подразумѣвается такое, при которомъ возможно еще образованіе сфероидовъ, когда въ сосудъ наливается холодная вода (комнатной температуры) небольшими каплями. Температуру сосуда приэтомъ, по всей вѣроятности, можно считать немного ниже 200°. Сильнымъ же нагрѣваніемъ сосуда называется накаливаніе сосуда до-красна. Температура приэтомъ, когда вода налита уже въ сосудъ, вѣроятно немного ниже 400°.

Въ предыдущихъ опытахъ сфероиды имѣли въ началѣ въ горизонтальномъ поперечникѣ около 10 ^{m.m.}; высота же ихъ обыкновенно была сначала 5,5 ^{m.m.}, а подъ конецъ 5 ^{m.m.}.

Изъ приведенныхъ чиселъ видно, что промежутокъ между сфероидомъ и дномъ сосуда вообще увеличивается съ повыше́ніемъ температуры сосуда, исключая послѣдняго случая, когда замѣчалось постоянное колебаніе сфероидовъ.

Постепеннаго увеличенія промежутка при уменьшеніи сфероида не замѣчается вслѣдствіе того, что растворъ купороса сгущается по мѣрѣ испаренія воды. Впрочемъ, въ представленныхъ примѣрахъ при первыхъ двухъ погруженіяхъ проволокъ въ сфероидъ обыкновенно обнаруживается небольшое возрастаніе промежутка; при слѣдующихъ же двухъ погруженіяхъ замѣчается вообще уменьшеніе промежутка.

Вотъ еще примѣры, подобные предыдущимъ.

3-й рядъ опытовъ.

Умѣренное нагреваніе.

Сильное нагреваніе.

(Поперечникъ сфероида около 15^{мм.}).

<i>Высота сф.</i>				<i>Высота сф.</i>			
1)	0,07	<i>м.м.</i>	5,5	<i>м.м.</i>	1)	0,10	<i>м.м.</i>
2)	0,06	—	5,4	—	2)	0,07	—
3)	0,06	—	5,2	—	3)	0,09	—
4)	0	—	—	—	4)	0	—

Въ обоихъ случаяхъ послѣ опыта на днѣ сосуда оказалось небольшое темное пятнышко, показывающее, что при 4-хъ погруженіяхъ проволоки осаждалось немного мѣди и на дно сосуда.

4 й рядъ опытовъ.

Умѣренное нагреваніе.

Сильное нагреваніе

(Сфероиды имѣли въ поперечникѣ около 15^{м.м.}).

<i>Высота сф.</i>				<i>Высота сф.</i>			
1)	0,12	<i>м.м.</i>	5,5	<i>м.м.</i>	1)	0,15	<i>м.м.</i>
2)	0,06	—	5,2	—	2)	0,14	—
3)	0,04	—	5,2	—	3)	0,16	—

4) 0,04 ^{м.м.} 5,0 ^{м.м.}

5) 0 — 5,0 —

4) 0,11 ^{м.м.} 5,2 ^{м.м.}

5) 0,05 — 5,2 — *).

Итакъ эти опыты несомнѣнно подтверждаютъ, что вообще промежутокъ между сфероидомъ и дномъ сосуда увеличивается съ повышеніемъ температуры сосуда. Персонъ, кажется, первый обратилъ вниманіе въ 1842 году (1-й его мемуаръ), что промежутокъ, видимый при извѣстныхъ условіяхъ между жидкостью и раскаленною поверхностью, больше при высшей температурѣ поверхности, чѣмъ при низшей.

Слѣдуетъ прибавить къ предыдущимъ опытамъ, что для полученія вполне несомнѣнныхъ и рѣзкихъ результатовъ, надо стараться устранить по возможности колебанія сфероидовъ.

Если нагревать сосудъ еще сильнѣе, чѣмъ въ прежнихъ случаяхъ, то уже не замѣчается обыкновенно дальнѣйшаго возрастанія промежутка. Это зависитъ отъ того, что при очень высокой температурѣ сфероидъ менѣе устойчивъ и приходитъ большею частью въ колебательное движеніе. (Въ главѣ 5-й уже упоминалось объ этомъ).

Слѣдующіе два примѣра подтверждаютъ сказанное.

1-й примѣръ.

2-й примѣръ.

Нагреваніе довольно сильное (почти красное каленіе).

1) 0,09 ^{м.м.}

1) 0,08 ^{м.м.}

2) 0,08 —

2) 0,10 —

3) 0,07 —

3) 0,10 —

4) 0,06 —

4) 0,07 —

Болѣе сильное нагреваніе (почти свѣтло-красное каленіе).

1) 0,08 ^{м.м.}

1) 0,08 ^{м.м.}

2) 0,07 —

2) 0,11 —

3) 0,08 —

3) 0,08 —

4) 0,07 —

4) 0,02 —

*) Высота сфероидовъ, какъ видно отсюда, измѣняется весьма мало, на что указываетъ и Бутинъ. Нѣкоторыя неправильности могли при этомъ происходить отъ неодинаковаго въ каждомъ случаѣ относительнаго положенія проволоки, опускаемыхъ въ сфероидъ.

Приэтомъ замѣтныя колебанія сфероида, принимавшаго большею частью звѣздообразный видъ.

Для болѣе полнаго подтвержденія результатовъ, достигнутыхъ другимъ путемъ (см. главу 5), остановимся еще на нѣсколькихъ примѣрахъ, показывающихъ вліяніе степени гладкости дна сосуда.

(А). *Платиновая крышка* (а) (Дно испарано довольно грубой наждаковой шкуркой)

Нагрѣваніе умѣренное.

- 1) 0,06 *т.т.*
- 2) 0,04 —
- 3) 0,01 —
- 4) 0 —

Нагрѣваніе болѣе сильное.

- 1) 0,04 *т.т.*
- 2) 0,04 —
- 3) 0 —
- 4) 0 —

Во 2-мъ случаѣ на днѣ сосуда оказалось нѣсколько небольшихъ темноватыхъ пятенъ, — что также указываетъ на непосредственное прикосновеніе жидкости.

(В). *Платиновая крышка* (а) (Дно довольно гладкое).

Нагрѣваніе умѣренное.

- 1) 0,06 *т.т.*
- 2) 0,06 —
- 3) 0,04 —
- 4) 0,02 —

Нагрѣваніе болѣе сильное (немного)

- 1) 0,07 *т.т.*
- 2) 0,05 —
- 3) 0,06 —
- 4) 0,08 —

Отсюда видно, что неровность нагрѣваемой поверхности не благопріятствуетъ правильному ходу явленія.

Тоже самое могутъ подтвердить и опыты съ платиновымъ тиглемъ, о которомъ упоминалось въ 3-й и 5-й главахъ (дно этого тигля негладкое и неровное). Приводить цифръ не стоитъ, такъ какъ онѣ подобны предыдущимъ (А).

Достаточно будетъ сказать, что изъ 6 опытовъ — въ одномъ изъ нихъ получились три нуля, а въ двухъ — по два нуля. Въ многочисленныхъ же опытахъ съ гладкимъ сосудомъ не получилось ни одного подобнаго результата; слѣдовательно, и случайныя прикос-

новения жидкости къ дну сосуда приэтомъ должны быть рѣже — что показали также и прежніе опыты съ гальваническимъ токомъ (глава 5).

4) Въ предыдущихъ опытахъ я замѣтилъ, что иногда на оконечности проволоки, на нижнемъ краю осажденного слоя мѣди, получается ободокъ въ видѣ блестящаго металлическаго кольца. Такіе же ободки, но менѣе рѣзкіе, можно иногда различить на верхнемъ предѣлѣ осажденія мѣди; они приэтомъ темнаго цвѣта и слѣдовательно мало замѣтны.

Съ цѣлью провѣрить предположеніе, что ободки эти образуются только при незначительныхъ колебаніяхъ сфероиды, я произвелъ слѣдующіе два опыта.

Нагрѣваніе умеренное.

(Незамѣтно колебаній сф.)

1) 0,07 *т.т.*

2) 0,04 —

3) 0,10 —

4) 0,08 —

(Ободки во всѣхъ 4 случаяхъ).

Нагрѣваніе сильное.

(Колебанія и звѣздообразный видъ)

1) 0,15 *т.т.*

2) 0,10 —

3) 0,08 —

4) 0,06 —

(Ободковъ вовсе не было).

Свѣтлая поверхность нижнихъ ободковъ объясняется тѣмъ, что въ промежуткѣ между сфероидомъ и дномъ сосуда не заключается воздухъ; промежутокъ наполненъ одними парами, — какъ это доказалъ Бергеръ.

Приведу еще нѣсколько примѣровъ, когда проволока была погружаема въ сфероидъ на продолжительное время.

1-й опытъ. Проволока была погружена въ продолженіи около 15 секундъ, пока сфероидъ не распался, вслѣдствіе охлажденія сосуда.

При этомъ весь конецъ проволоки сплошь покрылся мѣдью; слѣдовательно (длина свѣтлой части конца проволоки) $d=0$.

На самой оконечности проволоки оказался ободокъ, выступающій очень замѣтно.

2-й опытъ. Промежутокъ времени $t=20''$.

Приэтомъ $d=0,14$ *т.т.*

Ободокъ небольшой.

3-й опытъ. $t=20''$; причемъ $d=0,04$ м.^{м.}

Ободка незамѣтно, но осадокъ мѣди значительный.

4-й опытъ. $t \approx$ около $20''$; причемъ $d=0$.

Сфероидъ находился въ движеніи. Едва замѣтной ободокъ на самомъ краю проволоки. Около проволоки, конецъ которой въ этомъ случаѣ не былъ заостренъ, замѣтно было выдѣленіе пузырьковъ.

Изъ этихъ опытовъ можно заключить, что продолжительность погруженія проволоки вообще не измѣняетъ какимъ-либо одностороннимъ образомъ сущности дѣла, т. е. при этомъ для ϑ , какъ и въ случаѣ короткаго промежутка времени, получаются, смотря по обстоятельствамъ и нули, и величины сравнительно значительныя.

Это замѣчаніе важно для насъ въ томъ отношеніи, что можетъ быть сдѣлано возраженіе по поводу нагрѣванія конечности проволоки и вліянія этого нагрѣванія на измѣряемый промежутокъ. Дѣйствительно, если нагрѣваніе это настолько сильно, что жидкость, окружающая проволоку, не прикасается къ нѣкоторой части проволоки, то, разумѣется, нѣтъ никакой возможности судить, хотя бы приблизительно, о промежуткѣ между каплею и дномъ сосуда. Приведенные опыты дѣлаютъ это предположеніе невѣроятнымъ. Неосновательность его доказываютъ, между прочимъ, и прежніе опыты, въ которыхъ, при очень сильномъ нагрѣваніи, промежутокъ нерѣдко уменьшался. Кромѣ того, очень сильному повышенію температуры конечности проволоки должно бы предшествовать выдѣленіе пара вдоль проволоки, но этого вообще не замѣчалось. Выдѣленіе же пара, если оно иногда и происходитъ такимъ образомъ, не препятствуетъ осажденію мѣди, какъ показываетъ 4-й опытъ.

Вліяніе капиллярности на нижній предѣлъ осажденія мѣди не должно бытъ значительно, такъ какъ температура конечности проволоки выше температуры жидкости и погруженной части проволоки.

Слѣдовательно, съ достаточнымъ основаніемъ можно принять, что представленныя въ этой главѣ числа дѣйствительно выражаютъ довольно близко разстояніе между сфероидомъ и дномъ сосуда, или, точнѣе, промежутокъ между дномъ и нижнимъ предѣломъ колебаній сфероида. Поэтому, непосредственныя измѣре-

нія промежутка помощью катетометра должны дать вообще нѣсколько большія числа, чѣмъ тѣ, которыя получены въ нашемъ случаѣ. Такъ, г. Колли даетъ числа 0,15 до 0,25 *м.м.* И мнѣ въпрочемъ приходилось въ отдѣльныхъ случаяхъ получать 0,2 *м.м.* Измѣрявшіеся мною промежутки были вообще меньше также и отъ того, что сфероиды состояли не изъ чистой воды, а изъ раствора купороса.

Замѣчу, кромѣ того, что во всѣхъ измѣреніяхъ, если мѣдь не осаждалась совершенно правильно вокругъ проволоки, я бралъ всегда наименьшее разстояніе.

Для тѣхъ, кто вздумаетъ повторить описанные опыты, прибавлю, что иногда (довольно, въпрочемъ рѣдко) на концѣ проволоки осаждались небольшіе кристаллы купороса, а потому, передъ измѣреніемъ, я окуналъ проволоки въ воду, чтобы граница осажденной мѣди выступала рѣзче.

И такъ описанные въ этой главѣ опыты доказываютъ несомнѣнно, что нѣтъ вообще ни постояннаго, ни періодическаго прикосновенія жидкости къ раскаленному металлу; мгновенныя же прикосновенія возможны только въ частныхъ случаяхъ.

5) Въ этой главѣ, также какъ и въ предыдущей, я нѣсколько разъ обращалъ вниманіе на тѣ случаи, когда сфероидъ принималъ звѣздообразный видъ. Я придавалъ значеніе этому факту вслѣдствіе того, что Буффъ считаетъ его однимъ изъ аргументовъ въ пользу своей теоріи. Онъ говоритъ именно, что звѣздообразная форма и сопровождающее ее особое колебаніе сфероида указываютъ на непосредственное прикосновеніе жидкости къ дну сосуда. Бергеръ же, недопуская а - priori возможности непосредственнаго прикосновенія, объясняетъ происхожденіе звѣздообразной формы и волнъ на поверхности сфероида теченіями внутри сфероида, зависящими отъ разности температуръ въ различныхъ частяхъ сфероида.

Мы видѣли въ 5-й главѣ, что звѣздообразная форма не содѣйствуетъ прохожденію гальваническаго тока;—бывали случаи, когда отклоненій въ гальванометрѣ вовсе не было, между тѣмъ сфероидъ представлялъ видъ звѣздочки.

Въ 6-й главѣ указано нѣсколько случаевъ, въ которыхъ получены совершенно опредѣленные числа для промежутка между сфероидомъ

домъ и дномъ сосуда, причемъ сфероидъ имѣлъ звѣздообразную форму въ то время, когда проволока была въ него погружена.

И такъ, слѣдовательно, звѣздообразный видъ капли не обуславливается непосредственнымъ прикосновеніемъ жидкости къ раскаленной поверхности.

(На образованіе звѣздообразной формы сфероида оказываетъ вліяніе, по всей вѣроятности, также и выдѣленіе пара; см., между прочимъ, статью Буддэ).

6) Главную задачу 6-й главы составляетъ всестороннее разсмотрѣніе вопроса о промежуткѣ между сфероидомъ и дномъ сосуда. Обсудивъ этотъ вопросъ довольно подробно по отношенію къ водянымъ сфероидамъ, намъ остается сказать нѣсколько словъ о ртутныхъ сфероидахъ.

Мы знаемъ изъ предыдущаго, что въ тѣхъ частныхъ случаяхъ, когда гальваническій токъ проходилъ черезъ водяные сфероиды, происходило и непосредственное прикосновеніе жидкости къ стѣнкамъ сосуда. Мы видѣли, кромѣ того, что отклоненія въ гальванометрѣ происходили приэтомъ всегда неправильными толчками. Вообще же, въ обыкновенныхъ условіяхъ опыта, при пропусканіи тока черезъ водяной сфероидъ, въ гальванометрѣ не обнаруживается ни малѣйшаго отклоненія. Дальнѣйшіе опыты (6-я глава) показали, кромѣ того, что вообще водяные сфероиды находятся въ нѣкоторомъ опредѣленномъ разстояніи отъ дна сосуда.

Въ опытахъ же съ ртутными сфероидами — кромѣ неправильныхъ и значительныхъ отклоненій, очевидно происходившихъ вслѣдствіи непосредственнаго прикосновенія ртути къ дну сосуда, — замѣчались часто небольшія, довольно постоянныя отклоненія, колебавшіяся большею частью между 3 и 5 дѣленіями скалы; при малыхъ сфероидахъ впрочемъ отклоненіе получалось и 0.

Эти малыя и почти постоянныя отклоненія можно съ большою вѣроятностью приписать проводимости ртутныхъ паровъ. Для того, чтобы отклоненіе въ гальванометрѣ достигло 6 дѣленій, нужно было (какъ упоминалось объ этомъ въ 4-й главѣ) при 25 элементахъ ввести сопротивленіе большее, чѣмъ 3000000 ед. С. Слѣдовательно для того, чтобы при 34 элементахъ получалось отклоненіе въ 3—5 дѣленій (какъ это было въ опытахъ съ ртутными сфероидами), сопротивленіе, во всякомъ случаѣ, должно быть болѣе 5000000

ед. С. Гервигъ (Pogg. Ann. 1874. 151 p. 350) даетъ число 50000 ед. С. для сопротивленія слоя ртутныхъ паровъ при температурѣ около 400° С и при діаметрѣ поперечнаго сѣченія, равномъ 4 m^m . Это сопротивленіе, какъ оказалось, не зависитъ отъ толщины слоя, заключавшагося въ опытахъ Гервига между двумя ртутными поверхностями. За исключеніемъ послѣдняго обстоятельства, условія опытовъ Гервига довольно сходны съ условіями моихъ опытовъ съ ртутными сфероидами.

Громадная разниа въ сопротивленіяхъ, полученныхъ въ двухъ разныхъ случаяхъ, заслуживаетъ вниманія и даетъ достаточный поводъ для повторенія какъ тѣхъ, такъ и другихъ опытовъ, съ цѣлью болѣе подробнаго изученія условій, вліяющихъ на проводимость ртутныхъ паровъ.

Но настоящая наша задача, во всякомъ случаѣ, выполнена. Изъ данныхъ, представленныхъ здѣсь, несомнѣнно слѣдуетъ, что и *ртутные сфероиды вообще не прикасаются къ раскаленной металлической поверхности*, хотя мы не въ состояніи судить въ этомъ случаѣ о толщинѣ слоя пара, раздѣляющаго сфероиды отъ дна сосуда.

ГЛАВА VII.

Температура сфероида. Опредѣленіе ея помощью термоэлектрическаго элемента.

Результаты многочисленныхъ опредѣленій температуры сфероидовъ слишкомъ противорѣчивы, чтобы можно было считать совершенно лишними новыя наблюденія. Я не имѣлъ однако намѣренія обстоятельно и подробно заняться вопросомъ о температурѣ сфероидовъ, такъ какъ этотъ, довольно сложный, вопросъ не находится въ прямой связи съ тѣми вопросами, которые интересовали меня главнымъ образомъ. Главная моя задача, собственно говоря, заканчивается предъидущею главою; послѣдующее же можно разсматривать какъ дополненіе.

Единственная цѣль дальнѣйшихъ моихъ изслѣдованій состояла только въ томъ, чтобы окончательно разяснить причины противорѣчій вообще въ вопросѣ о сфероидальномъ состояніи и въ частности по отношенію къ температурѣ сфероидовъ.

Хотя обстоятельныя наблюденія Бергера (1863 г.) и Колли (1871 г.) вообще достаточно согласуются между собою, и хотя ихъ можно разсматривать какъ самыя надежныя и тщательныя изъ всѣхъ до сихъ поръ сдѣланныхъ опредѣленій температуры сфероидовъ, но мнѣ думается, что новое подтвержденіе вопроса всегда кстати, а въ особенности въ данномъ случаѣ. Достаточно сравнить нѣкоторыя цыфры, чтобы убѣдиться, какая путаница и неопредѣленность заключаются въ вопросѣ о температурѣ сфероидовъ.

Для примѣра я привожу относящіеся сюда результаты, полученные разными способами многими изслѣдователями:

а) *посредствомъ обыкновенныхъ ртутныхъ термометровъ*

Döbereiner (1822)	нашелъ температуру сф.	99—101°C.
Fischer (1830)	» » »	70—100°
Laurent (1836)	» » »	99°
Marchand (1840)	» » »	82—95 и 100°
Person (1842)	» » »	84—100°
Boutigny (1840—43)	» » »	96,5° (пост.)
Belli e Kramer (1844)	» » »	почти 100°
Kersting (1845)	» » »	100° (пост.)
Buff (1851)	» » »	95—99°
Berger (1863)	» » »	96—98°(и менѣе)

в) *посредствомъ обыкновенныхъ калориметровъ.*

Baudrimont (1836)	» » »	36—50°
Laurent —	» » »	95° (minimum)
Colley (1871)	» » »	91—100°

с) *Калориметръ Фавра и Зильбермана*

Sudre (1860)	» » »	97,4°
--------------	-------	-------

д) *Химическій способъ (Измѣненіе цвѣта іодистаго крахмала)*

de Luca (1860)	» » »	меньше 80° и даже < 50°
----------------	-------	-------------------------

Изъ этой таблицы видно, насколько противорѣчивы различныя опредѣленія температуры Лейденфростовыхъ капель; дѣйствитель-

но, по однимъ наблюденіямъ температура эта равняется 36 и 50°С, а по другимъ—она равна 100 и 101°С.

Самое вѣроятное число, которое можно разсматривать приблизительно какъ среднее изъ всѣхъ извѣстныхъ до сихъ поръ наблюденій, есть 96, полученное Бутиньи. Но Бутиньи утверждаетъ, что температура 96,5° постоянна, тогда какъ почти всѣ наблюденія другихъ ученыхъ противорѣчатъ этому.

Приведенныя здѣсь данныя достаточно оправдываютъ новыя, хотя и приблизительныя, опредѣленія, сдѣланныя мною помощью термоэлектрическаго элемента.

Три причины побудили меня приспособить термоэлектрическій элементъ къ опредѣленію температуры сфероидовъ:

1) Способъ этотъ до сихъ поръ не примѣнялся къ изслѣдованію температуры Лейденфростовыхъ капель; всякій же новый способъ въ неустановившемся прочно вопросѣ всегда имѣетъ значеніе.

2) Я рассчитывалъ обнаружить этимъ способомъ, погружая постепенно термоэлектрическій элементъ, промежутокъ между сфероидомъ и дномъ сосуда, — что представило бы еще одно доказательство вѣрности результатовъ, полученныхъ раньше другимъ образомъ.

3) Опредѣленіе температуры помощью термоэлектрическаго элемента обладаетъ нѣкоторыми особенностями и преимуществами передъ другими способами.

Обыкновенный ртутный термометръ не показываетъ быстрыхъ перемѣнъ температуры и крайнихъ предѣловъ этихъ перемѣнъ; онъ даетъ, слѣдовательно, какъ бы среднія температуры и болѣе постоянныя, чѣмъ это есть на самомъ дѣлѣ. Термоэлектрическій же элементъ гораздо чувствительнѣе и обнаруживаетъ тотчасъ же малѣйшія колебанія температуры.

Калориметрическій способъ измѣренія даетъ температуру только въ данный моментъ, но не показываетъ хода измѣненій. Что температура не можетъ быть совершенно постоянною, и небольшія колебанія должны быть,—это можно заключить и а priori, такъ какъ рѣдко вообще получается вполне спокойный сфероидъ; а когда онъ мѣняетъ свое положеніе относительно нагрѣтой поверхности,—должно непремѣнно происходить и измѣненіе темпе-

ратуры самого сфероида, вслѣдствіи или усиленнаго нагрѣванія, или болѣе быстраго испаренія и т. п., такъ что калориметрическій способъ вообще не совсѣмъ пригоденъ для этой цѣли.

Само собою понятно, что химическій способъ, примѣненный de Lusa, и ненадеженъ и неудобенъ въ этомъ случаѣ—что видно, между прочимъ, и изъ того, что Бутинъи посредствомъ того же способа получилъ совершенно другіе результаты.

И такъ, слѣдовательно, приспособленіе термоэлектрическаго элемента для этой цѣли, которая имѣется здѣсь въ виду, заключаетъ въ себѣ очевидныя преимущества.

Приборъ былъ устроенъ слѣдующимъ образомъ (рис. 4). Термоэлектрическій элементъ состоялъ изъ спая (а) серебрянной и нейзильберовой проволоки, которыя помѣщались въ стеклянную изогнутую трубку, наполненную водою. Къ концамъ (b и b') этихъ проволокъ припаяны были мѣдныя проволоки, сообщавшіяся известнымъ образомъ съ гальванометромъ, приспособленнымъ для термоэлектрическихъ токовъ, причемъ, какъ спай (а), такъ и концы (b и b') находились внѣ трубки и придерживались въ надлежащемъ положеніи посредствомъ пробокъ, плотно вставленныхъ въ трубку. Приборъ этотъ прикрѣплялся помощью зажимнаго винта (с) къ особому рычагу (рис. 2), описанному въ 4-ой главѣ, такъ что термоэлектрическій элементъ можно было легко установить въ любомъ положеніи. Чтобы предохранить приборъ отъ излишняго нагрѣванія, рычагъ обыкновенно былъ приподнятъ и приборъ заслонялся особымъ экраномъ. Рычагъ опускался только на время наблюдений; причемъ помощью винта съ мелкой нарезкою, можно было по желанію болѣе или менѣе погружать спай (а) въ водяной сфероидъ.

Такъ какъ температура сфероида вообще близка къ точкѣ кипѣнія взятой жидкости, то въ нашемъ случаѣ оказалось удобнымъ опускать спай (b и b') въ кипящую воду, температура которой, слѣдовательно, и служила нормой для сравненій искомымъ температуръ сфероидовъ. Вода кипятилась въ фарфоровомъ сосудѣ, прикрытомъ крышкою съ небольшимъ отверстіемъ, въ которое вставлялись спай (b и b') при опусканіи рычага; при этомъ спай (а) погружался въ сфероидъ, заранее приготовленный въ небольшомъ платиновомъ сосудѣ. Послѣ чего, по отклоненію зер-

кала въ гальванометрѣ, можно было судить о температурѣ сфероида.

Для приблизительнаго градуированія гальванометра (намъ важно было знать не столько дѣйствительную температуру сфероида, сколько измѣненія температуры), спай (а) также погружался сперва въ кипящую воду, которая затѣмъ медленно охлаждалась. При этомъ въ оба сосуда съ водою опущены были ртутные термометры, раздѣленные на десятыя части градуса.

Вначалѣ, т. е. когда всѣ три спая находились въ кипящей водѣ, отклоненій въ гальванометрѣ или почти вовсе не было, или на скалѣ замѣчались только небольшія колебанія то въ ту, то въ другую сторону (въ 5—10 дѣленій скалы), — причемъ колебанія температуры кипящей воды всегда были менѣе $0,5^{\circ}$. Для того, чтобы устранить вліяніе отчасти этихъ колебаній, а также и того обстоятельства, что при охлажденіи воды показанія ртутнаго термометра должны нѣсколько отставать отъ дѣйствительной температуры, — необходимо было охлаждать оба сосуда заразъ, потушивъ подъ ними горѣлки. Сосуды не были совершенно одинаковыми, а потому и скорость охлажденія ихъ была различна. Наблюдая въ этомъ случаѣ разность температуръ по ртутнымъ термометрамъ и соотвѣтствующее въ данный моментъ отклоненіе на скалѣ гальванометра, можно было составить сравнительную таблицу.

Такимъ образомъ получилась, на примѣръ, слѣдующая таблица:

(Разность температуръ)	1°	2°	3°	4°
(Отклоненія на скалѣ)	55	100	185	225

Эти числа получены при пониженіи температуры въ предѣлахъ отъ 100° до 80° .

Слѣдующій рядъ наблюденій произведенъ при температурѣ около 20° .

1°	$1,2^{\circ}$	$1,4^{\circ}$	$1,7^{\circ}$	$2,5^{\circ}$	$2,7^{\circ}$
60	67	77	86	113	123

Слѣдовательно, при температурѣ около 100° — разности въ 1° соотвѣтствуетъ отклоненіе, приблизительно, въ 55 дѣленій. Остальныя числа, хотя и получены при температурахъ между 90° и 80° , стоятъ въ одномъ ряду, и ими можно руководствоваться въ нашемъ случаѣ на томъ основаніи, что вліяніе температуры на ре-

зультатъ незначителенъ, какъ это видно по сравненію съ 2-мъ рядомъ.

За число 225, соотвѣтствующее 4° , можно въ особенности ручаться, такъ какъ оно получилось и при температурѣ 90° и при 80° . Оно должно быть, впрочемъ, нѣсколько меньше, какъ и всѣ другія числа, такъ какъ гальванометрическія отклоненія наблюдались позднѣе показаній термометровъ. За болѣе вѣроятное число можно принять 220.

Этихъ данныхъ будетъ достаточно для нашей цѣли.

Приступимъ теперь къ результатамъ опытовъ надъ измѣняемостью температуры водянаго сфероида.

1) Для полученія сфероида въ раскаленный платиновый сосудъ наливалось сперва нѣкоторое количество *кипящей воды*.

При этомъ отклоненія на гальванометрической скалѣ были первоначально незначительны (5—10 дѣленій), но затѣмъ они постепенно и медленно увеличивались и доходили почти до 200 дѣленій. *Это означало постепенное пониженіе температуры сфероида на нѣсколько градусовъ (около 4°).*

Такъ напр. получились послѣдовательно окончательныя отклоненія (въ дѣленіяхъ скалы)

185, 195, 135 и т. п.

что приблизительно соотвѣтствуетъ окончательнымъ температурамъ сфероидовъ

$96,5^{\circ}$, 96° , 97° и т. п.

Въ началѣ же опыта температура сфероидовъ была около 100° . Это измѣненіе температуры совершалось не быстро: требовалось, по крайней мѣрѣ, минута для того, чтобы температура установилась до извѣстной степени. Необходимый для этого промежутокъ времени зависитъ, разумѣется, отъ очень многихъ причинъ и можетъ, вѣроятно, мѣняться въ довольно значительныхъ предѣлахъ. Но, во всякомъ случаѣ, видно, что опредѣленія температуры сфероида, сдѣланныя какимъ бы ни было способомъ въ самомъ началѣ опыта и по прошествіи нѣкотораго промежутка времени, могутъ отличаться между собою на нѣсколько градусовъ.

Прибавимъ, что время, необходимое для испаренія всего сфероида, заключалось между 2-мя и 4-мя минутами.

2) *Холодную воду* (30°) для образованія сфероида надо было наливать въ раскаленный сосудъ понемногу, иначе сосудъ могъ бы настолько охладиться, что сфероидальное состояніе жидкости было бы невозможно. Въ полученный при этомъ сфероидъ опущенъ былъ термоэлектрическій элементъ и затѣмъ произведено было отсчитываніе дѣленій на скалѣ. На все это потрачено столько времени, что температура сфероида успѣла повыситься къ началу наблюденія до 97° ; она потомъ возрасла постепенно до $98,5^{\circ}$.

Это постепенное возрастаніе температуры удобнѣе было наблюдать, приливая каплю холодной воды въ имѣющійся уже сфероидъ, въ который заранѣе погруженъ былъ термоэлектрическій элементъ.

Вотъ нѣсколько примѣровъ:

Когда къ сфероиду прибавлялось по временамъ по каплѣ холодной воды, то температура сфероида оказалась въ нѣсколькихъ случаяхъ равною первоначально:

93°	а окончательно	$96,5^{\circ}$
$92,5^{\circ}$	"	99°
95°	"	97°
$95,5^{\circ}$	"	97°

Измѣненіе температуры происходило приэтомъ медленно (вначалѣ чуть-чуть быстрѣе, чѣмъ подъ конецъ). Для того, чтобы температура сфероида установилась, требовалось, во всякомъ случаѣ, около минуты времени.

Второй столбецъ приведенныхъ здѣсь чиселъ подтверждаетъ еще разъ, что температура сфероида непостоянна, помимо вліянія тѣхъ причинъ, которыя здѣсь разсматриваются, т. е. первоначальной температуры жидкости и промежутка времени отъ начала опыта. Нѣкоторыми изслѣдователями замѣчено вліяніе величины сфероида и степени нагрѣванія сосуда на температуру сфероида, но результаты наблюденій не совсѣмъ между собою сходятся,—что и можно, по всей вѣроятности, объяснить указанными выше обстоятельствами.

3) Чтобы охладить водяной сфероидъ значительнѣе, чѣмъ въ предъидущихъ опытахъ, я прилилъ къ нему нѣсколько капель ээира, который, быстро испарившись, понизилъ температуру сфероида настолько, что скала вышла изъ поля зрѣнія; слѣдова-

тельно, температура сфероиды въ этомъ случаѣ должна была быть, по крайней мѣрѣ, менѣе 90° .

Вскорѣ послѣ того (секунды черезъ 5—6) дѣленія скалы снова показались и отклоненія стали постепенно уменьшаться, дойдя до 165 (около 3°). Записывая приблизительно черезъ равные промежутки времени замѣчаемыя отклоненія и переводя ихъ на соответствующія температуры, можно было получить слѣдующій рядъ, показывающій постепенное измѣненіе (вначалѣ болѣе быстрое) температуры сфероиды; именно:

(90°); 93° ; 95° ; $95,8^{\circ}$; $96,2^{\circ}$; $96,6^{\circ}$; $96,8^{\circ}$; 97° .

4) Прибавлено было къ сфероиду нѣсколько капель слабаго раствора сѣрной кислоты.

Сперва оказалось небольшое охлажденіе, а затѣмъ постепенно возрастающее нагрѣваніе. Именно: съ 97° температура сфероиды понизилась вначалѣ до 96° , послѣ чего она послѣдовательно обнаруживалась равною: 100° , 104° , 105° и т. д., причемъ скала вышла наконецъ изъ поля зрѣнія.

Это постепенное увеличеніе температуры сфероиды обусловливается возвышеніемъ точки кипѣнія раствора, сгущающагося по мѣрѣ испаренія воды.

Приэтомъ видно, что незначительная примѣсь можетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ замѣтно вліять на измѣненіе температуры сфероиды.

5) Опуская понемногу термоэлектрическій элементъ глубже въ сфероидъ, случалось доходить до того, что отклоненія получались *обратныя*, т. е. они съ одной стороны скалы переходили черезъ нуль на другую сторону; это указывало на то, что температура въ этомъ случаѣ была выше 100° . Эти отрицательныя отклоненія колебались большею частью между 30, 40 и болѣе дѣленіями скалы. При дальнѣйшемъ опусканіи—скала выходила изъ поля зрѣнія и притомъ оказывалось, что термоэлектрическій элементъ прикасался послѣ этого къ поверхности платинового сосуда.

Отрицательныя отклоненія, во всякомъ случаѣ, показываютъ, что спай элемента находился повременамъ внѣ жидкости—въ слои пара, прилегающаго къ раскаленной поверхности сосуда.

Приборъ (рис. 2), которымъ пришлось пользоваться при этихъ опытахъ, не допускалъ большой точности; поэтому оставалось

ограничиться приведенными здѣсь результатами, которые, тѣмъ не менѣе, оправдываютъ высказанное раньше предположеніе.

6) И такъ, опыты, описанные въ этой главѣ, подтверждаютъ, въ общихъ чертахъ, результаты Бергера, Колли и др.; именно, что температура сфероида непостоянна. Опыты эти, кромѣ того, показываютъ, что за среднюю температуру можно принять число 97° или число Бутиньи $96,5^{\circ}$; среднее изъ всѣхъ, извѣстныхъ до сихъ поръ многочисленныхъ и противорѣчивыхъ наблюденій даетъ также приблизительно тоже число.

Измѣненія температуры сфероида могутъ происходить въ довольно значительныхъ предѣлахъ, въ зависимости отъ первоначальной температуры жидкости, и небольшіе водяные сфероиды (около 1-го гр. вѣсомъ) требуютъ обыкновенно отъ 0,5 до 1 и болѣе минутъ, смотря по условіямъ опыта, для того, чтобы температура ихъ измѣнилась на нѣсколько градусовъ, тогда какъ для полного испаренія ихъ необходимо отъ 2-хъ до 4-хъ минутъ.

Этимъ и можно объяснить, главнымъ образомъ, противорѣчивые результаты, полученные различными наблюдателями. Дѣйствительно, въ первый моментъ температура сфероида близка къ температурѣ жидкости, наливаемой въ раскаленный сосудъ, а затѣмъ уже она постепенно приближается къ нѣкоторому болѣе или менѣе постоянному предѣлу, который, въ свою очередь, зависитъ отъ различныхъ обстоятельствъ (отъ величины сфероида, отъ температуры сосуда и т. п.), но который измѣняется вообще въ болѣе тѣсныхъ границахъ.

Такъ напр., многимъ изслѣдователямъ случалось наблюдать температуру сфероида въ 100° и нѣкоторые изъ нихъ утверждали, что это и есть дѣйствительная температура сфероида. Вѣроятно, нѣкоторыя изъ этихъ наблюденій дѣлались тотчасъ послѣ того, какъ приливалась кипящая вода и когда сфероидъ не успѣвалъ еще охладиться.

Мои наблюденія, подтверждающія выводы Бергера, показываютъ, что температура сфероида обыкновенно ниже точки кипѣнія жидкости на нѣсколько градусовъ, а 100° бывало только вначалѣ, когда приливалась кипящая вода.

Подобнымъ же образомъ объясняются и тѣ результаты наблюденій, которые даютъ сравнительно низкую температуру сфероида,

какъ напр. $36-50^{\circ}$, данные Бодриномъ, и около 50° , полученное дэ-Люка. Нѣкоторые изслѣдователи вовсе не даютъ опредѣленнаго числа для температуры сфероида, а просто указываютъ на значительные предѣлы, между которыми она можетъ, по ихъ мнѣнію, колебаться; такъ напр. Фишеръ даетъ предѣлы для измѣненій температуры отъ 70° до 100° .

Но кромѣ первоначальной температуры жидкости, на результатъ, дающій 100° , могли вліять и другія причины, если наблюденія производились помощью обыкновенныхъ термометровъ. Нѣтъ ничего невѣроятнаго, что въ частныхъ случаяхъ температура сфероида дѣйствительно могла достигать 100° .

Вообще, отсюда видно, что результаты наблюденій, въ особенности калориметрическихъ, могли зависѣть отъ того—наливалась ли въ тигель горячая или холодная вода—и также отъ того—дѣлались ли опредѣленія тотчасъ же или черезъ нѣкоторый промежутокъ времени. Для примѣра, какая иногда могла бы произойти значительная погрѣшность въ этомъ случаѣ, припомнимъ опытъ 4-ой, когда прилито было въ сфероидъ нѣсколько капель очень слабаго раствора сѣрной кислоты. Именно, въ первый моментъ замѣчалось охлажденіе сфероида, а затѣмъ постепенное нагрѣваніе; причемъ, можно бы было сдѣлать ошибку въ $8-10^{\circ}$ градусовъ отъ того, что наблюденіе произведено минутою раньше или позже.

Мои опыты, слѣдовательно, подкрѣпляютъ предположеніе Бергера, указавшаго на возможность этихъ погрѣшностей при опредѣленіи температуры сфероида. Я обратилъ вниманіе на то, что время измѣненія температуры сфероида настолько продолжительно, что наибольшая погрѣшность результатовъ наблюденій дѣйствительно должна была зависѣть главнымъ образомъ отъ разсмотрѣнной здѣсь причины.

Относительно способа, примѣненнаго мною къ опредѣленію температуры сфероида, можно еще вообще прибавить, что термо-электрическій элементъ оказался вполне пригоднымъ для этой цѣли, и что имъ можно вполне воспользоваться съ увѣренностью въ успѣхѣ для провѣрки фактовъ, не прочно еще установленныхъ, по отношенію къ температурѣ сфероида, въ зависимости отъ различныхъ обстоятельствъ. Между прочимъ, слѣдовало бы

повторить опыты Бергера о распредѣленіи температуры внутри сфероида. Можетъ быть, не безъ интереса было бы изслѣдовать, помощью описаннаго прибора, вліяніе различныхъ условій на промежутки времени, которые требуются для того, чтобы температура сфероида измѣнялась между извѣстными предѣлами, переходя постепенно отъ первоначальной температуры жидкости до нѣкотораго опредѣленнаго максимума или минимума.

ГЛАВА VIII.

Причины противорѣчій въ вопросѣ о сущности сфероидальнаго состоянія жидкостей. Выводы и заключенія.

Сведя вмѣстѣ результаты изслѣдованій, изложенныхъ въ предъидущихъ главахъ, мы въ состояніи будемъ дать себѣ отчетъ о причинахъ разногласій, существовавшихъ до сихъ поръ по отношенію къ вопросу о такъ называемомъ сфероидальномъ состояніи.

Явленіе это, какъ мы уже знаемъ, очень сложно и зависитъ отъ многихъ такихъ обстоятельствъ, которыя легко могли ускользнуть отъ вниманія изслѣдователей; это и могло послужить поводомъ различныхъ недоразумѣній, о которыхъ здѣсь часто упоминалось. Противорѣчія въ рассматриваемомъ вопросѣ можно объяснить именно тѣмъ, что почти всѣ факты, служившіе исходными точками для споровъ и сомнѣній, могли дѣйствительно наблюдаться, но при извѣстныхъ только условіяхъ. Слѣдовательно, смотря по условіямъ опыта, могли быть незамѣчены то тѣ, то другіе факты, которые поэтому игнорировались одними учеными и утверждались другими.

И такъ, дѣло сводится къ тому,—которые изъ спорныхъ фактовъ считать существенными и которые изъ нихъ принимать за второстепенные и случайные.

На основаніи полученныхъ нами результатовъ легко теперь понять, почему одни изслѣдователи пришли къ заключенію о полной изолированности сфероида отъ раскаленной поверхности и наблюдали совершенно явственный промежутокъ между ними;

между тѣмъ, какъ другіе не могли замѣтить ни малѣйшаго промежутка между сфероидомъ и дномъ сосуда (Мунке, Фишеръ и др.) и принимали непосредственное, по крайней мѣрѣ періодическое, прикосновеніе жидкости къ раскаленному металлу?

Легко также объяснить, отчего одни утверждали, что сфероидъ совершенно прерываетъ гальваническую цѣпь и не дѣйствуетъ химически на дно сосуда, тогда какъ другіе опровергали эти факты самымъ рѣшительнымъ образомъ?

Мы знаемъ теперь, какія именно условія требуются для того, чтобы обнаруживалось то или другое состояніе сфероида, на которое имѣютъ вліяніе и количество жидкости, и температура сосуда, и внутренняя поверхность сосуда, и т. п. Чѣмъ количество жидкости больше и чѣмъ менѣе гладка внутренняя поверхность сосуда, тѣмъ труднее вообще получается сфероидъ и тѣмъ высшая температура сосуда требуется для того, чтобы сфероидъ находился въ спокойномъ состояніи, когда движенія его почти незамѣтны и поверхность его представляется совершенно ровною и блестящею. При низкой, сравнительно, температурѣ сосуда, близкой къ той, при которой едва возможно еще сфероидальное состояніе жидкости, сфероидъ находится обыкновенно въ быстромъ колебательномъ движеніи, поверхность его неровная, мутная, и слышенъ при этомъ большею частью особенный, слабый звукъ, напоминающій о простомъ кипѣніи жидкости. Тоже состояніе сфероида замѣчается и при очень высокой температурѣ сосуда, на что указалъ Фишеръ въ 1830 году; но затѣмъ объ этомъ фактѣ нигдѣ больше не упоминалось.

Примѣнивъ гальваническій токъ къ изслѣдованію жидкихъ сфероидовъ, я доказалъ, что въ обоихъ этихъ случаяхъ, т. е. и при низкой и при очень высокой температурѣ, происходитъ неправильно-прерывающееся непосредственное прикосновеніе жидкости къ дну сосуда.

Только при нѣкоторыхъ среднихъ температурахъ, заключающихся между указанными предѣлами, состояніе сфероида можно назвать нормальнымъ.

Опыты мои, какъ при пропусканіи гальваническаго тока, такъ и при осажденіи мѣди, показали, что въ этомъ случаѣ сферо-

идъ дѣйствительно вполне изолированъ отъ раскаленной поверхности сосуда.

Тѣже опыты, между прочимъ, обнаружили вліяніе и другихъ условій на состояніе сфероида.

Отсюда ясно, что упустивъ изъ виду нѣкоторыя условія, можно было только наблюдать преимущественно одно какое нибудь изъ указанныхъ состояній сфероида.

Принимая за основаніе замѣченный фактъ полной изолированности сфероида, послѣдователи какъ Бутиньи, такъ и Персона, прямо отрицали возможность непосредственнаго прикосновенія жидкости къ раскаленному металлу и старались, такъ или иначе, объяснить доводы сторонниковъ гипотезы Буффа. Такъ напр., Тиндаль допускалъ, что гальваническій токъ можетъ проходить черезъ слой пара, раздѣляющаго сфероидъ отъ раскаленной поверхности, а Бергеръ приписывалъ всѣ случаи химическаго дѣйствія сфероида на стѣнки сосуда единственно дѣйствію пара.

Но мы знаемъ уже, что непосредственное прикосновеніе жидкости къ раскаленному дну сосуда въ извѣстныхъ случаяхъ не сомнѣнно. Въ дополненіе къ прежнимъ доказательствамъ, приведемъ здѣсь кстати еще одно. Именно, въ нѣсколькихъ случаяхъ, во время опытовъ надъ осажденіемъ мѣди, когда по слабымъ взрывамъ можно было предполагать о прикосновеніи сфероида (изъ раствора мѣднаго купороса) къ дну сосуда, подъ луною обнаруживались потомъ на днѣ сосуда зеленоватыя точки. Кромѣ неправильныхъ и случайныхъ прикосновеній, могутъ быть, какъ мы видѣли, и періодическія прикосновенія (звучаніе сфероида и одновременно съ этимъ—сильное отклоненіе въ гальванометрѣ).

Слѣдовательно, гипотезу, объясняющую явленіе сфероидальнаго состоянія простымъ измѣненіемъ относительнаго частичнаго притяженія между сильно нагрѣтымъ твердымъ тѣломъ и сравнительно холодною жидкостью, нельзя никакъ считать невѣроятною и неосновательною.

Дѣйствительно, это уменьшеніе способности жидкости смачивать твердое тѣло при обстоятельствахъ, обуславливающихъ Лейденфростово явленіе, можетъ, на примѣръ, обнаруживать свое дѣйствіе въ первый моментъ паденія жидкости на раскаленную поверхность. Безъ этого условія, можетъ быть, и невозможно было

бы образованіе сфероида. И слѣдующій фактъ, который мнѣ приходилось иногда наблюдать, показываетъ также, по моему мнѣнію, что упомянутыя обыкновенныя условія капиллярности между жидкостью и металломъ могутъ играть нѣкоторую роль въ явленіи сфероидальнаго состоянія. Мнѣ удалось, именно два раза, обратить вниманіе на тотъ случай, когда, при медленномъ и постепенномъ остываніи платинового сосуда, небольшой сфероидъ лежалъ неподвижно на днѣ и затѣмъ совершенно тихо распался, безъ малѣйшаго треска и подскакиванія, причемъ жидкость разлилась безъ всякаго выдѣленія пара. Надо предполагать, что въ этомъ случаѣ сфероидъ дѣйствительно прикасался къ дну сосуда.

И такъ, упоминаемая гипотеза непосредственнаго прикосновенія не заключаетъ въ себѣ ничего невѣроятнаго.

Но приверженцы этой гипотезы Лорана и Буффа, въ свою очередь, совершенно отвергаютъ возможность продолжительнаго и полнаго изолированія сфероида слоемъ выдѣляющагося пара. Въ этой исключительности они неправы, разумѣется, на столько же, на сколько и сторонники гипотезы изолирующаго дѣйствія пара. Въ однихъ случаяхъ приложимо первое объясненіе, а въ другихъ—второе; въ однихъ случаяхъ происходитъ непосредственное прикосновеніе сфероида къ дну сосуда, а въ другихъ случаяхъ сфероидъ вполне уединенъ отъ сосуда слоемъ пара.

Какое же состояніе сфероида слѣдуетъ считать нормальнымъ?—Мы видѣли уже, что прикосновеніе сфероида къ дну сосуда совершается всегда неправильнымъ и случайнымъ образомъ, а потому за существенное, характеристическое состояніе сфероида въ Лейденфростовомъ явленіи должно принять то состояніе, когда сфероидъ вполне уединенъ отъ раскаленной поверхности.

Причина же этого уединенія сфероида въ настоящее время приписывается единственно упругости пара, образующагося при высокой температурѣ, а не отталкивающей тепловой силѣ, дѣйствующей непосредственно на частицы жидкости на конечномъ разстояніи, какъ думалъ Бутинъ и др. Это предположеніе Бутинъ рѣшительно опровергается доводами Персона и Бергера, который, между прочимъ, говоритъ, основываясь на констатированномъ имъ химическомъ дѣйствіи пара на раскаленную поверхность, слѣдующее: „Такъ какъ паръ сфероида приближается въ

сферу дѣйствія химическаго притяженія, то отталкивательная сила теплоты не можетъ дѣйствовать на большее разстояніе, чѣмъ химическое притяженіе. Слѣдовательно, явленіе (Лейденфростово) не можетъ быть обусловлено отталкиваніемъ теплоты ни на измѣримомъ разстояніи, ни на неизмѣримо-маломъ разстояніи. Только пригодно одно объясненіе—именно, что происхожденіе явленія обязано слою пара, находящагося между сфероидомъ и дномъ сосуда, и вполнѣ уединящаго сфероидъ“.

Остановиваясь теперь окончательно на томъ, что главная причина Лейденфростова явленія заключается въ образованіи пара, считаю нелишнимъ сдѣлать нѣсколько замѣчаній по поводу нѣкоторыхъ опытовъ и доводовъ, приводимыхъ въ доказательство этого положенія.

Прежде всего обратимъ вниманіе на доводъ Бергера, приводимый имъ въ доказательство полной невозможности, какъ гипотезы Бутиньи, такъ и гипотезы Буффа, на основаніи того, что отталкиваніе теплоты не можетъ распространяться „ни на измѣримое, ни на неизмѣримо-малое разстояніе“. Доводъ этотъ совершенно справедливъ относительно гипотезы Бутиньи, но онъ не можетъ касаться гипотезы Буффа, такъ какъ въ ней и не предполагается вовсе никакого отталкиванія; сущность ея, именно, состоитъ въ измѣненіи относительнаго частичнаго притяженія.

Почти тоже можно сказать и объ опытахъ Буддэ, которыми онъ думалъ представить *рѣшительное* доказательство въ пользу вышеуказаннаго положенія. Въ 1871 году въ Pogg. Ann. Буддэ описалъ свои опыты о вліяніи давленія на сфероидальное состояніе жидкостей, результаты которыхъ заключались въ томъ, что при разрѣженіи воздуха до 10 с. м. водяные сфероиды получались на металлической поверхности, нагрѣтой всего до 90°; при колебаніи же манометра между 2—3 с. м. наименьшая температура, при которой получались сфероиды, была 83°. Слѣдовательно, эти опыты показываютъ только, что сфероидальное состояніе зависитъ отъ точки кипѣнія жидкости; именно, чѣмъ ниже точка кипѣнія жидкости, тѣмъ при низшей температурѣ получаются сфероиды. Но этотъ фактъ давно уже извѣстенъ и принимался во вниманіе и Буффомъ, и другими приверженцами гипотезы прикосновенія. Поэтому, опыты Буддэ въ сущности не представляютъ ничего новаго. Несмотря на это

было бы, во всякомъ случаѣ, интересно изслѣдовать подрѣзѣ упомянутую зависимость между давленіемъ и наименьшею температурою сосуда. Съ этою цѣлью я повторилъ опыты Буддэ; но, къ сожалѣнію, оказалось, что можно было констатировать только тотъ фактъ, что водяные сфероиды, при достаточномъ разрѣженіи воздуха, получаютъ при температурѣ сосуда низшей 100° . Рассчитывать же на сколько нибудь точныя данныя—нельзя было. Сфероиды получались очень небольшіе и тотчасъ же испарялись, осаждая паръ на внутреннихъ стѣнкахъ стекляннаго колокола, вслѣдствіе чего затруднялось наблюденіе; приходилось постоянно вновь приливать жидкость; кромѣ того, трудно было поддерживать разрѣженіе воздуха постояннымъ; наконецъ много и другихъ препятствій дѣлало невозможнымъ выполнение предположенной цѣли. Такъ что и въ этомъ отношеніи опыты Буддэ не представляютъ особеннаго значенія, рассматривая ихъ со стороны исключительно новаго способа для дальнѣйшихъ изслѣдованій. Прибавлю здѣсь кстати, что и Бутиньи уже примѣняли колоколъ воздушнаго насоса къ изученію сфероидальнаго состоянія.

Обратимся еще къ основному опыту Персона (38), которымъ прямо доказывается, что упругость пара, образующагося подъ сфероидомъ, достаточна для поднятія сфероида. Опытъ этотъ произведенъ былъ Персономъ въ 1850 году помощью маленькаго стекляннаго манометра, одна вѣтвь котораго была загнута внизъ и опускалась въ сфероидъ до прикосновенія съ раскаленною поверхностью. Оказалось, что разность уровней въ обѣихъ вѣтвяхъ водянаго манометра равнялась при этомъ какъ разъ высотѣ сфероида, такъ что упругость пара больше атмосфернаго давленія какъ разъ на требуемую величину. Бутиньи же (11), повторивъ этотъ опытъ, нашелъ его вовсе неубѣдительнымъ, такъ какъ подобное же перемѣщеніе уровней въ манометрѣ происходитъ и тогда, когда опустить его просто въ воду. Персонъ (39), возражалъ на это, что въ его опытѣ манометръ опускался не въ воду, а въ паръ, находящійся подъ сфероидомъ; но замѣчаніе Бутиньи все-таки могло вызвать нѣкоторое сомнѣніе въ полной пригодности рассматриваемаго манометрическаго способа въ данномъ случаѣ. Для того, чтобы убѣдиться, насколько можетъ вліять обстоятельство, указанное Бутиньи, на показаніе манометра, опущенна-

го въ сфероидъ,—я произвелъ нѣсколько опытовъ, которые прямо показали неосновательность замѣчанія Бутиньи. При опусканіи конца соотвѣтствующей вѣтви манометра въ холодную воду дѣйствительно происходитъ замѣтное перемѣщеніе уровней жидкости въ манометрѣ. Если же опустить тотъ же манометръ въ сфероидъ такъ, чтобы въ трубку могли попасть хоть нѣсколько капель жидкости, то въ этомъ случаѣ жидкость въ манометрѣ приходитъ въ неправильныя и сильныя колебанія и, наконецъ, совсѣмъ выбрасывается изъ него. Слѣдовательно, условія перваго случая не имѣютъ здѣсь мѣста, а потому и замѣчаніе Бутиньи не можетъ имѣть никакого значенія. Чтобы въ трубку манометра не попало нисколько жидкости, ее нужно поставить на мѣсто раньше, пока еще нѣтъ сфероида, или же надо осторожно вводить ее въ сфероидъ сбоку, прикасаясь ею постоянно къ дну сосуда. Тогда только получается опредѣленное перемѣщеніе уровней въ манометрѣ, соотвѣтствующее высотѣ сфероида (рис. 5). Понятно само собою, что хотя манометръ и обнаруживаетъ такимъ образомъ присутствіе слоя пара подъ сфероидомъ, но онъ не даетъ возможности судить ни о толщинѣ этого слоя, ни о случайныхъ и мгновенныхъ прикосновеніяхъ сфероида къ дну сосуда; помощью его нельзя было бы рѣшить вопроса и о періодическомъ прикосновеніи. Дѣйствительно, жидкость, при данныхъ условіяхъ, не можетъ проникнуть въ узкое отверстіе трубки, такъ какъ она упирается въ раскаленное дно сосуда, вслѣдствіе чего конецъ ея также значительно нагрѣтъ. Во всякомъ случаѣ выводъ, сдѣланный Персономъ изъ своего опыта, долженъ считаться несомнѣннымъ.

Приведу теперь кстати, въ дополненіе къ предыдущему, два простыхъ опыта, сдѣланныхъ мною съ цѣлью наглядно показать роль выделяющихся паровъ въ сфероидальномъ состояніи жидкостей.

Извѣстно, что при смѣшеніи раствора мѣднаго купороса съ растворомъ желтой кровяной соли (желѣзисто-синеродистый калий), образуется густая темнобурая масса. Этимъ фактомъ я и воспользовался для слѣдующаго опыта.

На раскаленной металлической поверхности я производилъ изъ названныхъ растворовъ два сфероида, которые свободно двигались во всѣ стороны (какъ это обыкновенно бываетъ, когда поверх-

ность не очень вогнута); при взаимномъ же ихъ прикосновеніи образовывался тотчасъ же черный шарикъ, который мгновенно останавливался и припекался къ дну сосуда. Это прямо показываетъ, что въ сфероидальномъ состояніи существенную роль играетъ паръ, и что объ отталкивательной силѣ теплоты въ этомъ случаѣ не можетъ быть и рѣчи.

Второй опытъ подтверждаетъ тотъ фактъ, установленный Бергеромъ, что сфероиды легче образуются на жидкой нагрѣтой поверхности, чѣмъ на твердой, т. е. для полученія сфероида на твердой поверхности требуется высшая температура, чѣмъ на жидкой поверхности. Бергеръ объясняетъ это тѣмъ, что въ послѣднемъ случаѣ къ поддержанію сфероида содѣйствуютъ и пары нагрѣтой жидкой поверхности. Чтобы провѣрить этотъ фактъ самымъ простымъ образомъ, я налилъ на воду, нагрѣтую до 50° , нѣсколько капель сѣрнаго ээира, изъ которыхъ образовались тотчасъ же сфероиды (довольно, впрочемъ, плоскіе); затѣмъ, погруживъ въ воду изогнутую мѣдную проволоку, которая приняла слѣдовательно также температуру въ 50° ,—я вводилъ снизу повременамъ конецъ проволоки въ ээирные сфероиды; приэтомъ каждый разъ ээиръ закипалъ, выдѣляя съ трескомъ пары; когда же проволока значительно нагрѣта, то этого не происходитъ, какъ извѣстно. Слѣдовательно, въ нашемъ случаѣ проволока не была достаточно нагрѣта для того, чтобы ээиръ, окружающій конецъ ея, могъ придти въ сфероидальное состояніе, или, проще, отдѣлиться отъ нея слоемъ пара; между тѣмъ, ээирные сфероиды образовывались на водѣ при той же температурѣ въ 50° .

Я считалъ не лишнимъ остановиться на этихъ фактахъ вслѣдствіе того, что при крайней запутанности вопроса о сфероидальномъ состояніи, даже основныя и существенныя явленія остаются какъ бы въ тѣни, а потому вышеприведенными замѣчаніями я и хотѣлъ хоть сколько нибудь, по возможности, освѣтить главнѣйшія стороны разсматриваемаго предмета.

И такъ, мы можемъ разсматривать Лейденфростовы капли, какъ жидкіе сфероиды, поддерживаемые и окруженные паромъ.

Но не смотря на эти, повидимому, простыя условія, мы не имѣемъ пока еще возможности выразить и связать точными формулами всѣ соотвѣтственные частные вопросы.

Такъ напр., интересный вопросъ о распредѣленіи температуры внутри сфероида, не смотря на кажущуюся простоту условій, не можетъ быть еще рѣшенъ на основаніи общихъ уравненій, данныхъ Пуассономъ, Остроградскимъ и др., относительно распространения теплоты внутри жидкости *), такъ какъ до сихъ поръ, главнымъ образомъ, не можетъ быть принято во вниманіе вліяніе въ этомъ случаѣ токовъ внутри жидкой массы, которые играютъ очевидно важную роль въ сфероидальномъ состояніи.

Относительно скорости испаренія и температуры сфероида, приходится ограничиваться эмпирическими, приблизительными формулами.

Для показанія въ нашемъ случаѣ зависимости испаренія отъ различныхъ причинъ, можно руководствоваться только въ самыхъ общихъ чертахъ извѣстною формулою Дальтона:

$$\Sigma = \frac{CS}{H} (F - f)$$

гдѣ Σ есть количество воды, испарившейся въ единицу времени, C есть постоянный коэффиціентъ, S есть свободная поверхность жидкости, H есть давленіе, а $F - f$ есть разность между наибольшей упругостью паровъ при наблюдаемой температурѣ и упругостью тѣхъ же паровъ, заключающихся, въ данномъ случаѣ, въ воздухѣ.

Принимая въ расчетъ, что потеря теплоты сфероидомъ пропорціональна количеству образующихся паровъ, и предполагая, что количество тепла, получаемое сфероидомъ, пропорціонально избытку температуры, можно составить слѣдующее уравненіе:

$$C_1 S (t' - t) = \frac{C_2 S}{H} (F - f);$$

$$\text{откуда } t' - t = \frac{C_2}{C_1 H} (F - f).$$

Понятно, что этими формулами можно пользоваться только какъ приблизительными выраженіями, могущими дать только самое об-

*) *Poisson*. Traité de Mécanique. II. p. 677. 1833.

**) *M. Ostrogradsky*. Mémoire sur l'équation relative à la propagation de la chaleur dans l'intérieur des liquides. 1836.

щее и поверхностное понятие о дѣйствительномъ явленіи. Последняя формула, наримѣръ, вовсе не показываетъ зависимости температуры сфероида отъ его величины, между тѣмъ какъ именно этотъ факторъ вліяетъ на температуру сфероида наиболѣе замѣтнымъ образомъ.

Относящаяся сюда болѣе точная эмпирическая формула, проверенная довольно многочисленными опытами, дана Персономъ (37). Вывести ее можно слѣдующимъ образомъ. Пусть τ есть время испаренія въ секундахъ, k —теплота испаренія 1 gr. жидкости (скрытая теплота), r —радіусъ сфероида въ миллиметрахъ, c —теплота, испускаемая 1 кв. сантиметромъ въ минуту при данныхъ обстоятельствахъ. Предполагая, что вся теплота, получаемая сфероидомъ, тратится на испареніе, и принявъ въ расчетъ приведенныя обозначенія, можно составить равенство:

$$6kdr = scd\tau \quad (\text{гдѣ } p \text{ есть вѣсъ жидкости въ gr}).$$

Для водяной сферической капли получится

$$6kdr = cd\tau$$

Простое интегрированіе даетъ отсюда время полного испаренія сфероида:

$$\tau = \frac{6kr}{c}$$

Эта формула выведена въ томъ предположеніи, что жидкость не прикасается къ стѣнкамъ сосуда. Можно принять, что получаемая теплота исходитъ отъ поверхности, равной поверхности жидкости; она не зависитъ отъ размѣровъ сосуда.

Поэтому, для вычисленія c можно воспользоваться формулою и числами Дюлонга и Пти; ихъ опыты, наримѣръ, надъ термометромъ съ посеребренной поверхностью, заключающемъ 1500 gr. ртути, даютъ $c = 0,1785a^t(a^\theta - 1)$; гдѣ t есть температура жидкости, а $t + \theta$ —температура среды.

Получаемое однако изъ опыта время испаренія τ меньше, чѣмъ вычисляемое по формулѣ; разница значительна въ особенности для *низкихъ температуръ*.

(На основаніи предыдущаго, мы можемъ заключить, что разница эта, по всей вѣроятности, должна быть значительна и для очень высокихъ температуръ, такъ какъ мы знаемъ теперь, что прикосновенія жидкости къ нагрѣтымъ стѣнкамъ сосуда случа-

ются чаще, какъ при низкой, такъ и при очень высокой температурѣ).

Приходится, слѣдовательно, принять, что жидкость получаетъ еще другую теплоту, кромѣ лучистой.

Пусть c' будетъ теплота, доставляемая *упругими жидкостями* (паромъ) въ 1 минуту на 1 кв. сантиметръ.

Тогда изъ формулы

$$\tau = \frac{6kr}{c+c'}$$

можно будетъ опредѣлить c' . Персонъ нашелъ, что c' имѣетъ видъ $n\theta^b$, гдѣ $n=0,507$, $b=0,92$, а θ есть разность между температурами сосуда и жидкости.

Поэтому полная формула будетъ:

$$\tau = \frac{kr}{0,0297a^t(a^\theta - 1) + 0,084\theta^{0,92}}$$

Если вѣсъ водяной капли равняется 12 m. gr., формула показываетъ, что время ея испаренія будетъ:

97'', 70'', 30'', 16'', при температурѣ сосуда въ 200°, 300°, 500°, 800°.

Можно поэтому примѣнить эту формулу и для пирометрическихъ изслѣдованій.

Понятно, что и формула Персона не можетъ обладать ни большою точностью, ни достаточной общностью.

Замѣчанія по поводу нѣкоторыхъ главнѣйшихъ вопросовъ о сфероидальномъ состояніи, затронутыхъ въ настоящей главѣ, представляютъ, между прочимъ, въ своей совокупности краткій очеркъ современнаго состоянія вопроса о Лейденфростовомъ явленіи. Этотъ общій очеркъ нельзя считать лишнимъ, по моему мнѣнію, на томъ основаніи, что въ послѣдніе годы появлялись исключительно статьи, касающіяся только отдѣльныхъ сторонъ разсматриваемаго предмета. Пересмотръ же всѣхъ частей предмета въ общей ихъ связи необходимъ тѣмъ болѣе въ такомъ сложномъ и запутанномъ вопросѣ, какъ вопросъ о сфероидальномъ состояніи, для котораго до сихъ поръ не подыскано и не установлено даже подходящаго названія. Дѣйствительно, термины: „сфероидальное состояніе“, „Лейденфростово явленіе“ и «calefaction» (употребляемый нѣкоторыми французскими учеными), обозначающіе одно и тоже явленіе,

нельзя назвать удачными; они не намекаютъ на сущность явленія и не показываютъ связи его съ другими сходственными явлениями.

Можно бы пока довольствоваться просто общимъ обозначеніемъ „явленіе сфероидальности жидкостей“, предложеннымъ Горсфордомъ (Horsford). Сфероидальность жидкости можетъ представлять нѣсколько условій, которыя сводятся, главнымъ образомъ, къ двумъ случаямъ. Къ первому случаю относятся явленія жидкостей на несмачиваемыхъ ими поверхностяхъ (твердыхъ или жидкихъ); ко второму случаю относятся явленія жидкостей, отдѣленныхъ отъ поддерживающихъ ихъ поверхностей (твердыхъ или жидкихъ) слоемъ пара.

И такъ, явленія, составляющія предметъ настоящей статьи могутъ быть обозначены такимъ образомъ: „Сфероидальность жидкости при выдѣленіи ею пара или газа“.

ГЛАВА IX.

Краткій историческій очеркъ. Литература предмета.

Прежде, чѣмъ перейти къ источникамъ, которые легли въ основаніе настоящаго труда и которыми пришлось руководиться во время исполненія изложенныхъ въ этой статьѣ опытовъ, здѣсь будетъ кстати представить нѣсколько краткихъ хронологическихъ свѣдѣній о главнѣйшихъ фазисахъ разсмотрѣннаго вопроса о сфероидальномъ состояніи.

Эллеръ считается обыкновенно первымъ по времени въ огромномъ числѣ изслѣдователей явленія капель на раскаленныхъ поверхностяхъ. Въ указанномъ ниже сочиненіи (1746 года) онъ просто упомянулъ о явленіи, несомнѣнно извѣстномъ и ранѣе него, а потому, собственно говоря, рядъ дѣйствительныхъ изслѣдователей начинается съ *Лейденфроста*, издавшаго свой знаменитый трактатъ о водѣ въ 1756 году. Онъ обратилъ вниманіе на медленность испаренія воды и спирта на раскаленномъ желѣзѣ; онъ

замѣтилъ, что различныя масла не принимаютъ форму сфероида при тѣхъ же условіяхъ, и т. п.

Клапротъ *) въ 1801 году повторилъ и расширилъ опыты Лейденфроста; онъ употреблялъ при своихъ изслѣдованіяхъ желѣзный, платиновый и серебрянный сосуды и замѣтилъ, что при красномъ каленіи время испаренія капель неодинаково на различныхъ металлахъ.

Румфордъ (1804 г.), чтобы объяснить причину медленнаго испаренія Лейденфростовыхъ капель, произвелъ, между прочимъ, опытъ съ закопченной серебрянной ложкой, на которую наливалась капля воды. Держа ложку надъ пламенемъ, онъ замѣтилъ, что капля почти вовсе не нагревается. Румфордъ по этому полагалъ, что водяная капля *отражаетъ на своей поверхности теплоту*.

Деберейнеръ (1821 г.) утверждалъ, что *водяная капля не прикасается къ раскаленной металлической поверхности*.

Пулье (1827 г.) замѣтилъ, что вода совершенно теряетъ свойство медленно испаряться въ раскаленномъ платиновомъ тиглѣ, когда въ ней растворены нѣкоторыя соли. Вода, подчерненная чернилами или угольною пылью, также испаряется очень быстро. Это заставило Пулье думать, что, можетъ быть, упоминаемое явленіе зависитъ отъ того, что *лучистая теплота проходитъ черезъ воду, не поглощаясь ею, и слѣдовательно не нагревая ее*.

Перкинсъ (1828 г.) предположилъ причину Лейденфростова явленія въ *отталкивательной силѣ теплорода*.

Мунке (1828 г.), опыты котораго противорѣчатъ выводамъ Деберейнера и Перкинса, думалъ, что причина явленія заключается въ *уничтоженіи прилипанія (adhäsion)*.

Буффъ, первый мемуаръ котораго о Лейденфростовыхъ опытахъ появился въ 1832 году, полагалъ, что главная причина явленія состоитъ въ томъ, что *вода не смачиваетъ раскаленную поверхность, также какъ, напр., поверхность, покрытую сажей*. Къ мнѣнію этихъ двухъ ученыхъ примыкаетъ и *Лоранъ* (1836 г.), который

(*) Scherer's Allgem. Journ. der Chemie VII, 646. 1801. Journal de physique 1802 p. 62.

принимаетъ *периодическое прикосновеніе* жидкости къ раскаленному металлу. Онъ утверждаетъ, что *звѣздообразныя фигуры сфероида происходятъ именно вслѣдствіе паденій сфероида на дно сосуда*.

Бодримонъ (1836 г.), опредѣливъ температуру сфероида въ $36-50^{\circ}$, и найдя зависимость между временемъ испаренія и температурою сосуда, говоритъ: „*Всѣ эти явленія легко объясняются испареніемъ жидкости*“.

Персона (1842 г.) должно считать самымъ сильнымъ защитникомъ гипотезы, приписывающей образованію пара существенную роль въ Лейденфростовомъ явленіи. Онъ своими вычисленіями и непосредственнымъ опытомъ выдвинулъ эту гипотезу на первый планъ.

Армстронгъ (1845 г.) стоитъ также въ числѣ приверженцевъ этой гипотезы. Онъ говоритъ: „*лучистая теплота раскаленного тигля настолько велика, что превращаетъ нижнюю поверхность жидкости въ паръ, прежде чѣмъ могло бы произойти дѣйствительное прикосновеніе, и паръ находитъ тогда себѣ выходъ между жидкостью и дномъ сосуда*“.

Одинъ изъ самыхъ видныхъ дѣятелей въ разработкѣ и расширеніи опытовъ Лейденфроста есть неоспоримо. *Бутинъ*, изслѣдованія котораго относятся къ промежутку времени, болѣе чѣмъ въ двадцать лѣтъ, начиная съ 1840 года.

Хотя имя Бутинъ неразрывно связано съ вопросомъ о сфероидальномъ состояніи жидкостей, и наука обязана ему многими остроумными опытами, но надо прибавить при этомъ, что изслѣдованія его вообще не имѣютъ строго-научнаго характера и что онъ не внесъ въ науку почти ни одного новаго и важнаго факта. Онъ утверждалъ, напримѣръ, что сфероидъ не прикасается къ стѣнкамъ сосуда; но это говорилъ и раньше него Персонъ и др. Онъ предполагалъ, что сфероидъ поддерживается исключительно отталкивательною силой теплоты; также думалъ и Перкинсъ ранѣе его. Онъ говорилъ, что вся теплота, падающая на сфероидъ, отражается имъ; также полагалъ еще и Румфордъ, и т. д. Ему собственно принадлежитъ неудачная гипотеза о „сфероидальномъ состояніи“, т. е. какъ бы четвертомъ физическомъ состояніи тѣлъ, что-то среднее между жидкимъ и твердымъ состояніемъ. Въ настоя-

щее время ни одно изъ перечисленныхъ положеній Бутиньи (кро-
мѣ перваго) не принимается наукою.

Въ послѣднее время вниманіе ученыхъ было преимущественно
обращено на температуру сфероидовъ.

Можно упомянуть здѣсь имена Мариньяка, де-Люка и Сюдра
и, главнымъ образомъ, Бергера и Колли, какъ ученыхъ, содѣйство-
вавшихъ разъясненію этого вопроса.

Представивъ краткій историческій очеркъ нашего предмета,
обратимся теперь къ разсмотрѣнію источниковъ, на которые, пре-
имущественно, намъ приходилось ссылаться. По нимъ можно бу-
детъ отчасти судить о томъ, какъ много написано о предметѣ, по-
видимому, столь простомъ. Здѣсь приводятся не всѣ источники, ко-
торые, такъ или иначе, относятся къ вопросу о сфероидальномъ
состояніи, но только главнѣйшіе; опущены преимущественно тѣ
изъ нихъ, которые имѣютъ въ виду не теоретическую сторону
предмета, а главнымъ образомъ его приложенія, какъ напр. до-
вольно многочисленныя статьи о причинахъ взрывовъ паровыхъ
котловъ, о возможности погруженія руки въ расплавленный ме-
таллъ и т. п.

Для удобства справокъ, источники расположены въ алфавит-
номъ порядкѣ.

1. *Armstrong*. Dingler's pol. J. 98 (Изъ Phil. Mag. Oct. 1845
стр. 257). См. также Dingl. pol. J. 83. 457.

2. *Artur*. C. R. LIII. 371. 1861.

„ C. R. LV, 814. 1862.

(Артуръ указываетъ въ этихъ статьяхъ, между прочимъ, на
свое сочиненіе „*Theorie élémentaire de la capillarité*“ 1842 года и
добавленіе къ нему 1849 года, въ которыхъ онъ оспаривалъ мнѣ-
нія Бутиньи о сфероидальномъ состояніи).

3. *Babinet*. C. R. XXXI, 509.

(Rapport sur une note de Boutigny etc.).

4. *Baudrimont*. Ann. de ch. et de phys. LXI. 319. 1836.

5. *Belli*. Giornale dell'Instituto Lombardo di scienze, lettere ed arti, etc. 1844 p. 162—222,

Подробный рефератъ о работахъ Бутиньи съ примѣчаніями и дополненіями проф. Белли. Здѣсь же описанъ опытъ Крамера и Белли надъ пропусканіемъ гальваническаго тока черезъ сфероидъ).

6. *Berger*. Pogg. Ann. CXIX. 594—637. 1863.

7. „ Pogg. Ann. CXLVII. 472—478. 1872.

(Замѣчанія на статьи Буддэ и Колли).

8. *Berzelius*. Jahres-Bericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. 1827, 1829, 1830, 1845 etc.

9. *Böttger*. Pogg. Ann. LXXXI. 320.

(Замѣтки Погендорфа по поводу опытовъ Бетгера и Шнаусса. Здѣсь все указаны оригинальныя статьи Бетгера).

10. *Boutigny*. Etudes sur les corps à l'état sphéroïdal (3-me edition). 1857.

11. „ C. R. X. 397. (1840); XXI. 750; XXII. 300 (1851) LII. 91; LIII. 1062 (1861) etc.

12. *Budde*. Pogg. Ann. CXLII. 158, 1871.

13. *Euff*. Pogg. Ann. XXV. 591. 1832.

14. „ Dingl. pol. J. 121; Ann. Ch. und Pharm. 77. 1851.

15. Philos. Mag. X, 350, 1855; Arch. sc. phys. XXXI, 1856.

(Извлеченіе изъ письма Буффа къ Тиндалю).

16. *Church*. Philos. Mag. VII. 275. 1854.

17. *Clement*. Dingl. pol. J. CXVI. 164, 1850.

(Историческая замѣтка о Клеманѣ).

18. *Colley*. Pogg. Ann. CXLIII. 125—142. 1871.

19 *Crookes*. Philos. Transactions. 1874. V. 164 P. II. p. 501.

20. *Döbereiner*. Gilb. Ann. 72, 211. 1822.

(Рефератъ Гильберта о книгѣ Деберейнера).

21. *Eller*. Histoire de l'Academie de Berlin. 1746 p. 42.

22. *Emsmann*. Pogg. Ann. LXXXII. 510. 1851.

(Историческая замѣтка. См. также Emsmann. Geschichte des Leidenfrost'sche Phänomen. 1845).

23. *Fischer*. Pogg. Ann. XIX. 514. 1830; XXI. 163. 1831.

24. *Horsford*. Dingl. pol J. 121. 1851.

25. *Kerkhoff*. Pogg. Ann. LXXXIV. 136. 1851.

26. *Kersting*. Correspondenzblatt des naturforsch. Vereins zu Riga. 1 Jahrgang. 147.

27. *Laurent*. Ann. de ch. et de phys. LXII. 327, 1836.

28. *Legal*. C. R. XXX. 182.

29. *Leidenfrost*. De aquae communis nonnullis qualitatibus. Duisburg. 1756.

30. *de Luca*. C. R. LI. 141; LIII. 101; LV. 245. (1862).

31. *Marchand*. J. für practische Chemie; von. Erdmann und. Marchand, XIX. 57, 1840.

32. *Marignac*. Arch. sc. phys. T. 9. p. 72. 1860.

33. *Muncke*. Pogg. Ann. XIII. 232. 1828.

34. *Nöschel*, Correspondenzblatt des naturf. Vereins zu Riga IV Jahrgang. 145, 161. 1850—51.

35. *Peltier*. C. R. XI. 908. 1840.

„ Archive de l'électricité. Supplement à la Bibliothèque uniuerselle de Genève. 1844. 474.

„ (О пропусканіи гальваническаго тока черезъ сферо-идъ. См. книгу Бутиньи стр. 53).

36. *Perkins*. Pogg. Ann. XII, 316. 1828.

(изъ Ann. ch. et. phys. XXXVI. 435).

37. *Person*. C. R. 1842. XV, 492.

38. „ C. R. XXXI. 899.

39. „ C. R. XXXII. 762.

40. *Pierre*. Sitzungsberichte der Kön. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag. 1860.

41. *Poggendorff*. Pogg. Ann. LII. 538. 1841.

42. *Pouillet*. Pogg. Ann. XI. 447. 1827.

(Ann. ch. et phys. XXXV. 5).

43. *Rumford*. Gilb. Ann. XVII. 33. 1804.

44. *Schafhautl*. Dingl. pol J. 71. 351. 1839.

45. *Schnauss*. Pogg. Ann. LXXIX. 432. 1850.

46. *Seyffer*. Pogg. Ann. XC. 578. 1853.

47. *Sudre*. C. R. LI. 1092. 1860.

48. *Tyndall*. Philos. Mag. X. 1855, 350; Arch. sc. phys. XXXI. 1856.

(Замѣчаніе Тиндала на письмо Буффа).

49. *Wartmann*. Ann. ch. et phys. 24. 365. 1848.

50. *Zantedeschi*. C. R. XXXI. 183.

Къ этому списку надо еще прибавить:

51. *Klaproth*. Allg. Journ. der Chemie (v. Scherer) VII. 646. 1801.

52. *Lechevalier*. Journ. de Chimie medicale VI. 539. 1830.

(Двѣ послѣднія статьи помѣщены отдѣльно на томъ основаніи, что мнѣ удалось съ ними ознакомиться только послѣ того, какъ весь списокъ былъ уже составленъ).

Дальнѣйшіе источники см. въ статьяхъ Вартмана (49) стр. 365, Берцелиуса (8) и въ Fortschritte der Physik.

Поводомъ настоящаго изслѣдованія о сфероидальномъ состояніи жидкостей послужили опыты, предпринятые мною въ прошломъ году, по совѣту проф. Θ. Θ. Петрушевскаго, для рѣшенія спорнаго вопроса, который поднять былъ въ одномъ изъ засѣданій нашего физическаго общества, именно—проходить или не проходить гальваническій токъ черезъ жидкій сфероидъ, находящійся на раскаленной металлической поверхности?

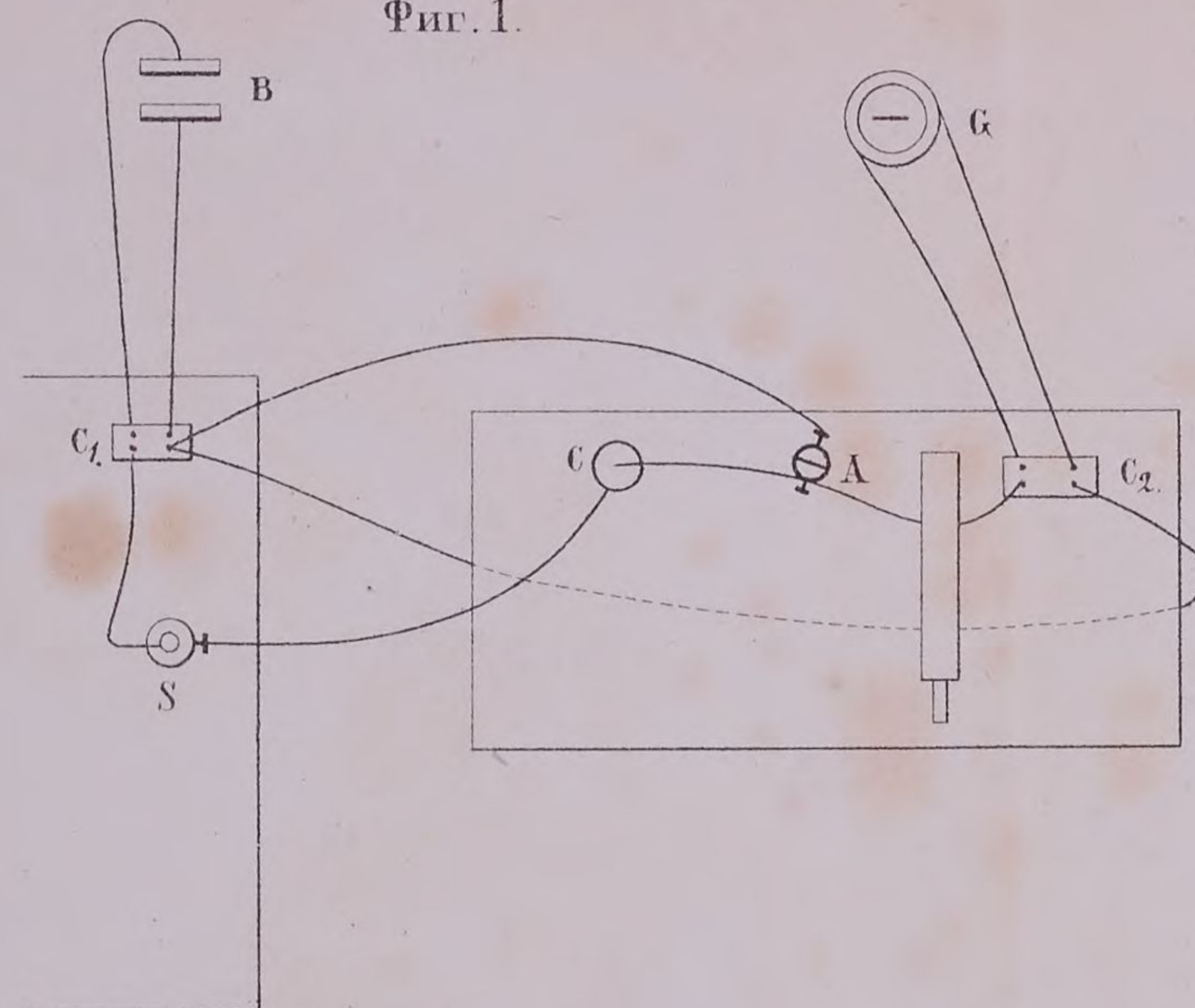
Я многимъ обязанъ В. В. Лермонтову, оказавшему мнѣ большую помощь при устройствѣ приборовъ для моихъ опытовъ.

Николай Гезехусъ.

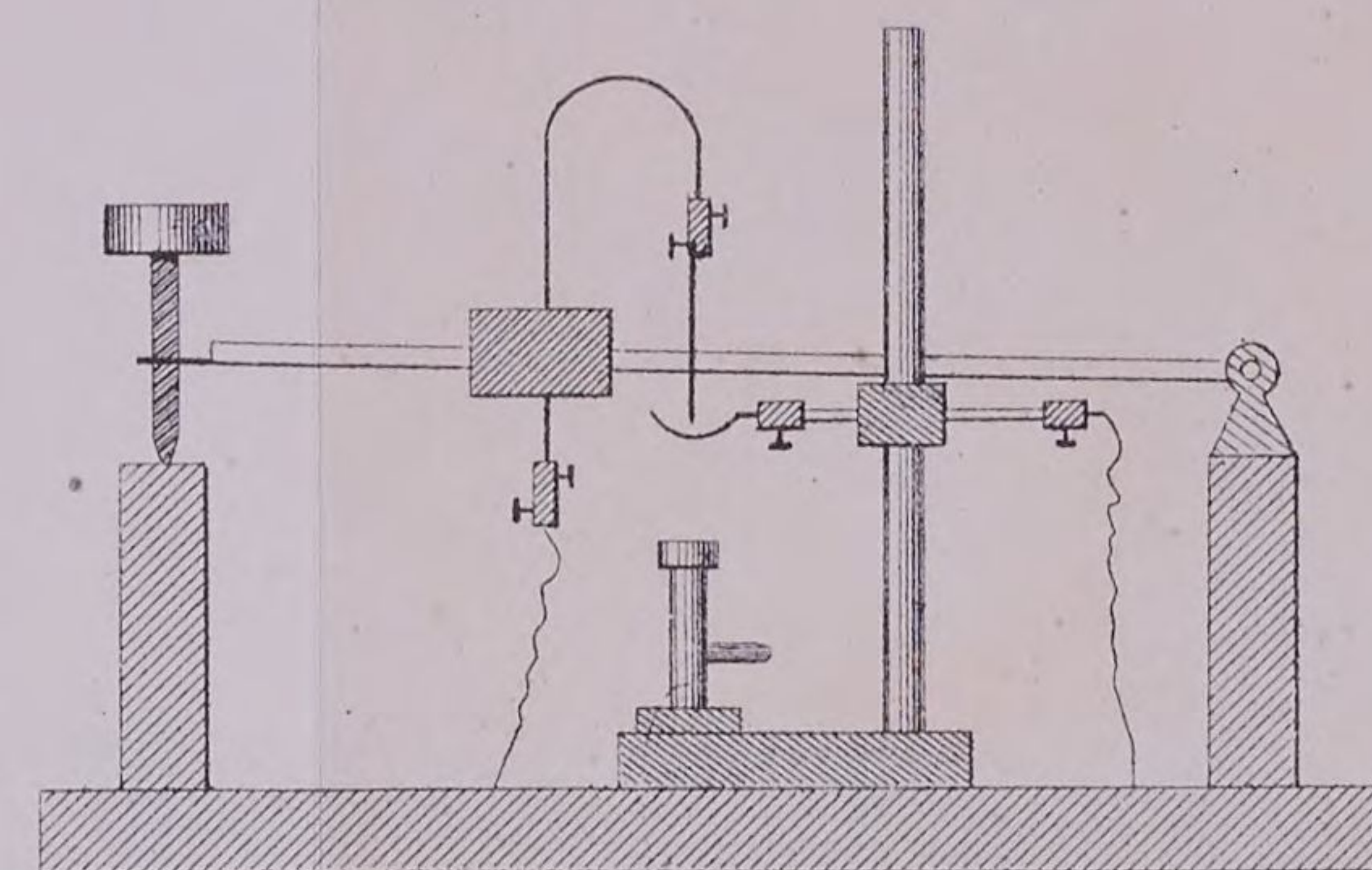
О Г Л А В Л Е Н І Е.

	стр.
Глава I. Разнорѣчія и пробѣлы въ вопросѣ о сфероидальномъ состояніи жидкостей. Необходимость новыхъ изслѣдованій	1
— II. Вопросъ о пропусканіи извѣстнымъ образомъ гальваническаго тока черезъ сфероидъ	7
— III. Предварительные опыты	12
— IV. Описаніе приборовъ. — Способы наблюденій. — Подготовительные опыты	18
— V. Результаты опытовъ надъ пропусканіемъ тока. — Краткіе отчеты объ отдѣльныхъ опытахъ. — Общіе выводы изъ нихъ	24
— VI. Разсмотрѣніе вопроса о непосредственномъ прикосновеніи жидкости къ раскаленному металлу. Періодическое прикосновеніе. — Измѣренія промежутка между сфероидомъ и нагрѣтой поверхностью.	34
— VII. Температура сфероида. — Опредѣленіе ея съ помощью термоэлектрическаго элемента	50
— VIII. Причины противорѣчій въ вопросѣ о сущности сфероидальнаго состояніи жидкостей. — Заключенія и выводы	60
— IX. Краткій историческій очеркъ. — Литература предмета	71

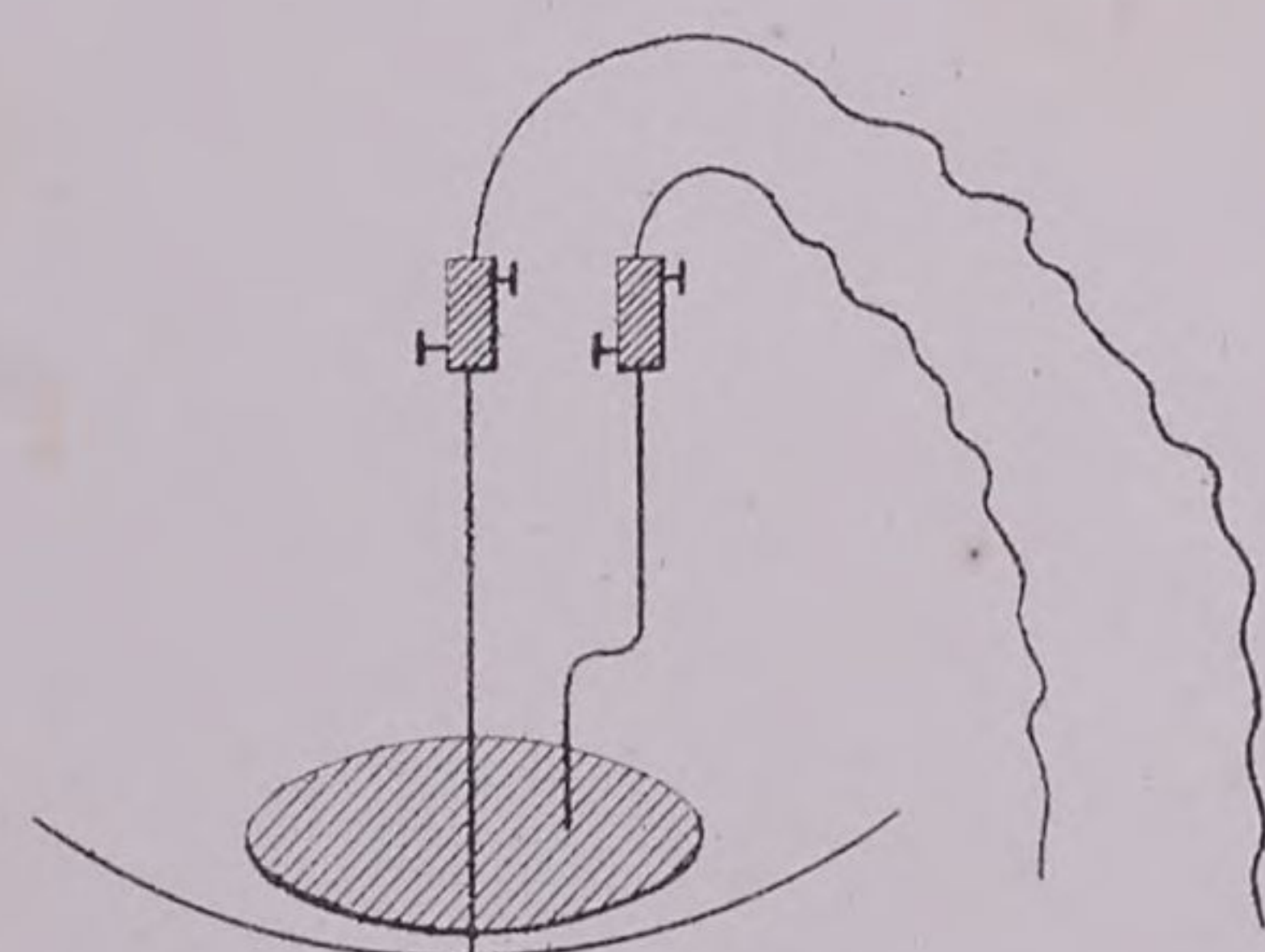
Фиг. 1.



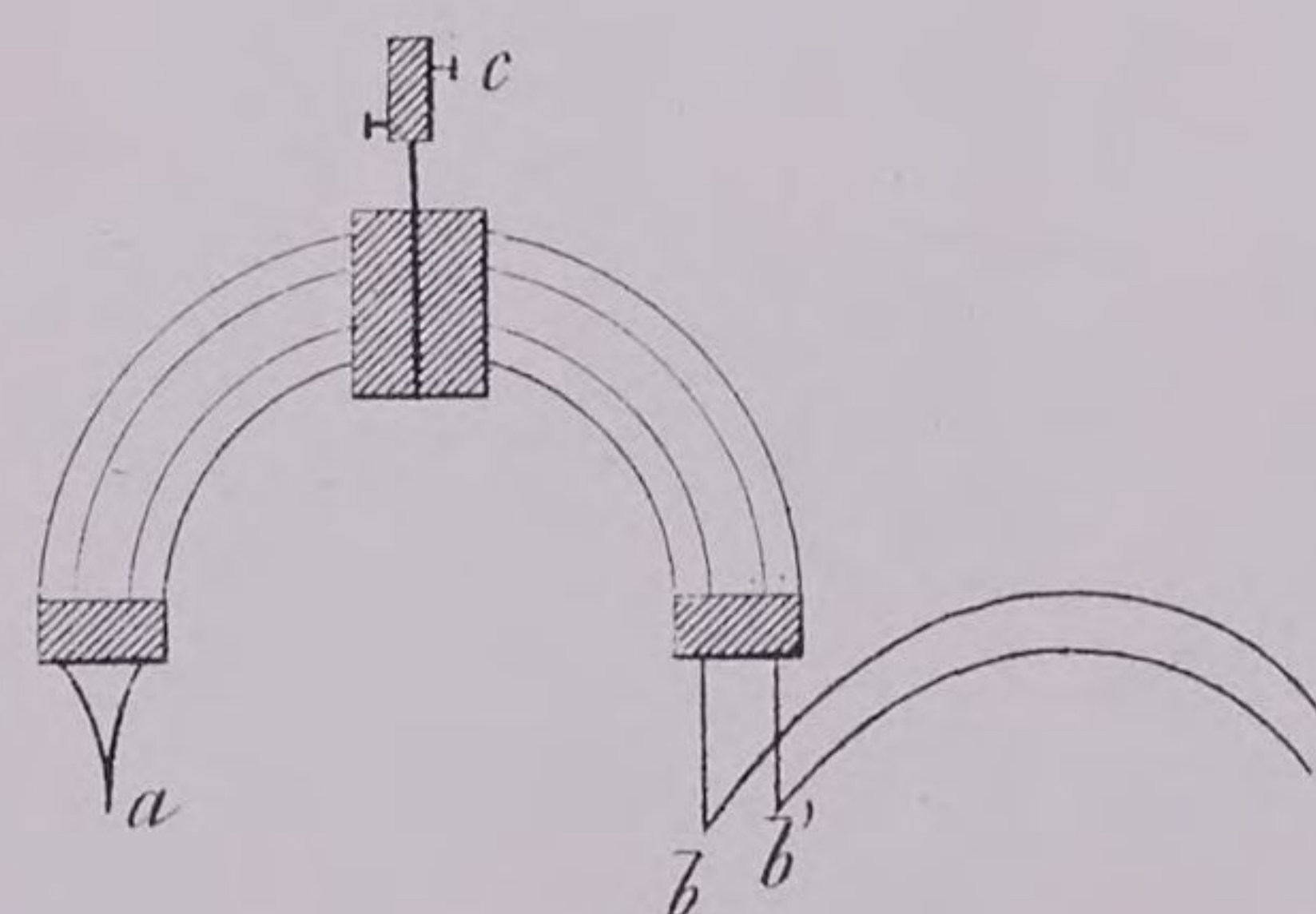
Фиг. 2.



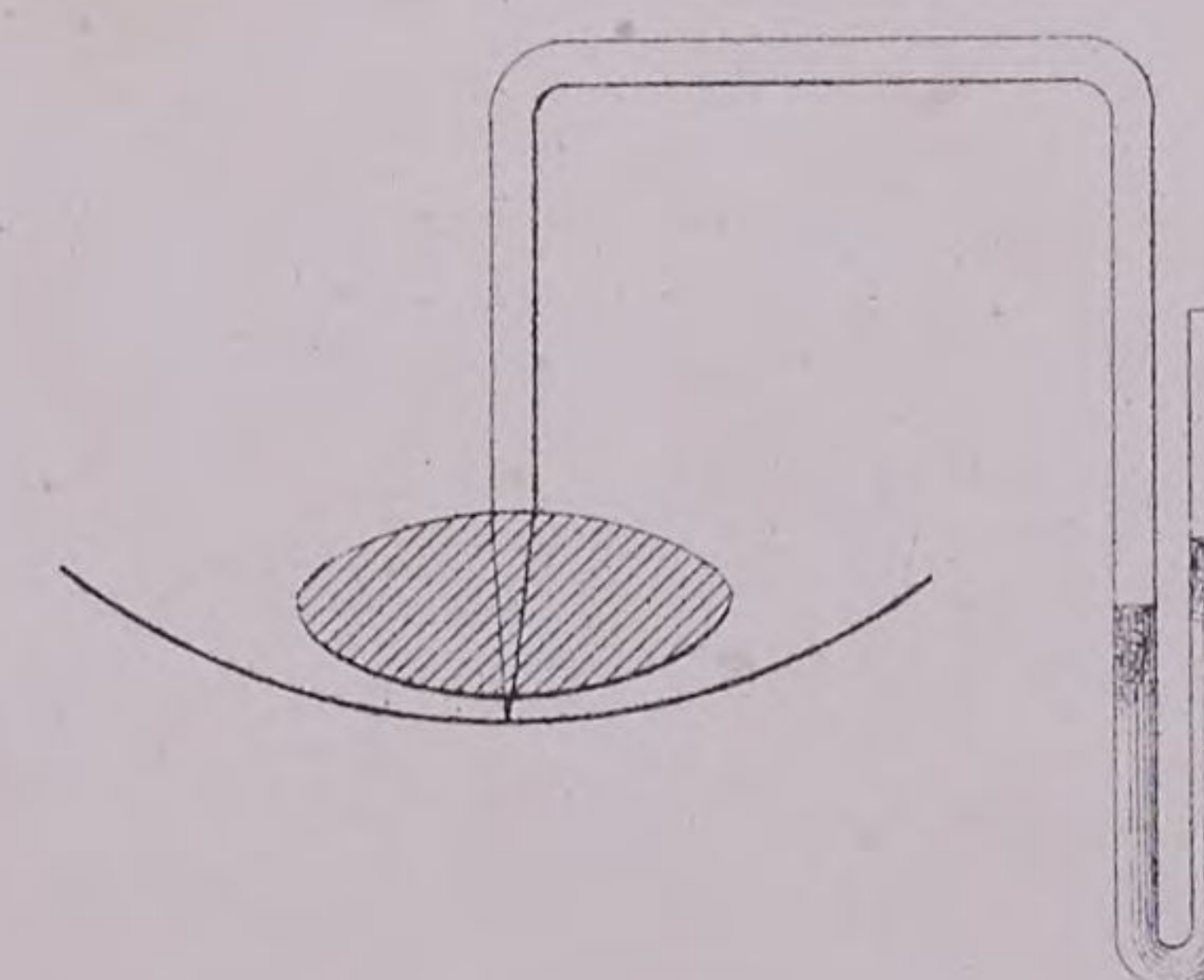
Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.



22

Hesechus, N.

Primjenenije elektritscheskago toka k issledowanija sferoidalnago
sostojanija schidkosteï

S. Peterburg 1876

Phys.sp. 296 o

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11337469-3